Forest Inventory in the USSR, 1982

A report on the visit of Canadian Forest Inventory Specialists to the Soviet Union

T.G. Honer, F. Hegyi and G.M. Bonnor

Government of Canada / Gouvernement du Canada
Canadian Forestry Service / Service canadien des forêts

Forestry Technical Report 34

Canada

65-4990/

THE CANADIAN FORESTRY SERVICE
GOVERNMENT OF CANADA

The Canadian Forestry Service is the principal source of federal expertise in forestry. Its general objective is to promote the wise management and use of Canada's forest resources for the economic, social, and environmental benefit of Canadians.

The following are the main functions of the CFS:

1. Coordination of federal policies, for the promotion of better resource management and forest industry development.
2. Provision of scientific and technological leadership in forestry through research and development.
3. Provision and analysis of national and international statistics and information as a basis for policy formulation.
4. Development and certification of codes and standards for wood product performance.
5. Protection of Canada's forests from foreign pests.
6. Fostering the potential use of the forest resource for energy.
7. Contributing to the environmental objectives of the government of Canada.

A number of federal agencies are involved in forestry programs and a Federal Forestry Sector Strategy Committee has been established to coordinate federal forestry activities. The Canadian Forestry Service has been designated the lead agency role.

The Canadian Forestry Service is comprised of a Headquarters Unit, six Forest Research Centres and two National Institutes. The Forest Research Centres are responsive to regional priorities and maintain close liaison with the respective provincial government forestry departments and other clients. They also participate in, and frequently lead, national programs. The National Institutes provide the focus for programs of national scope.

Forest Inventory in the USSR, 1982

A Report on the Visit of Canadian Forest Inventory Specialists to the Soviet Union

by

T.G. Honer,[1] F. Hegyi,[2] and G.M. Bonnor[3]

Forestry Technical Report 34

Government of Canada
Canadian Forestry Service
1985

[1] Head of Delegation, Senior Mensurationist, Pacific Forest Research Centre, Canadian Forestry Service, Victoria, B.C.
[2] Director, Inventory Branch, Ministry of Forests, Victoria, B.C.
[3] Manager, Research and Development Program, Forestry Statistics and Systems Branch, Canadian Forestry Service, Chalk River, Ontario.

©Minister of Supply and Services Canada, 1985
Catalogue No. Fo64-34/1985E
ISBN 0-662-13683-7

Additional copies of this publication are available at no charge from:

Distribution Centre
Environment Canada
Ottawa, Ontario
K1A 1C7

Pacific Forest Research Centre
Canadian Forestry Service
506 West Burnside Road
Victoria, British Columbia
V8Z 1M5

Cette publication est aussi disponible en français sous le titre *L'inventaire forestier en URSS en 1982 : Compte rendu de la visite en Union soviétique d'un groupe de spécialistes canadiens de l'inventaire forestier*.

Abstract

The forest resources of the USSR, the organization that conducts forest inventory, and the methods used in carrying out surveys of various intensities are documented. The remote sensing and computer methods are briefly described, and new developments currently in the testing stages are discussed. An evaluation of the forest inventory sector in the USSR is presented.

Résumé

Des renseignements sont donnés sur les ressources forestières de l'URSS, sur l'organisme chargé de l'exécution de l'inventaire forestier national et sur les méthodes d'exécution des inventaires régionaux. Sont aussi brièvement décrites les techniques de télédétection et d'informatique, tandis que sont présentés de nouveaux perfectionnements en cours d'essai. On évalue enfin le secteur de l'inventaire forestier de l'URSS.

Acknowledgment

The assistance of Mr. Jerry Holowacz, World Forestry Information Group, Canadian Forestry Service, in preparing briefing material and in reviewing this manuscript is greatly appreciated.

Table of Contents

Page

Abstract ..... *iii*

Résumé ..... *iii*

Acknowledgment ..... *iv*

Introduction 1

The Forest Resource of the USSR 1
- Forest Land Classification 3
- Forest Land Tenure 3

Forest Inventory and Regulation 3
- Background 3
- V/O Lesproekt 5
- Forest Inventory 8
- Forest Regulation and Inventory 9
  - Forest Inventories Class I and II 10
  - Forest Inventories Class III and IV 11
  - Statistically Designed Surveys for Reserve Forests 11
- Aerial Photography 12
- Space Imagery 12
- Computers 13

Forest Inventory Research 14
- Research Department, V/O Lesproekt, Moscow 14
- Research Institutes and Universities 16

Summary and Conclusions 17

List of figures
1. Land classification for forest regulation in the USSR 4
2. Forest land tenure in the USSR 6
3. A fragment of a management unit showing blocks and compartments 10

List of tables
1. Basic data on Canadian and USSR forestry 2
2. Forest management intensity classes in the USSR 5
3. Area regulated annually by the Enterprises 7
4. Inventory specifications for forest regulation intensity classes 9
5. Forest regulation effort in the USSR 13
6. Computer centers within the V/O Lesproekt organization 14

Introduction

Canada and the Soviet Union have had a formal agreement for cooperation in forestry since 1971, through the Canada/USSR Working Group, under the auspices of the Canada/USSR Mixed Commission on Economic, Industrial, Scientific and Technical Cooperation. In 1978, the Mixed Commission approved the establishment of a separate Working Group on Forestry, which held its first meeting in Canada in 1979. The Protocol of cooperation ratified at that time and renewed in 1981 in Moscow, includes programs on cooperation in forest inventory, forest site classification, forest fire protection, regeneration, the control of forest pests, and the exchange of tree seed. It also provides for the exchange of specialists, publications, and scientific and technical information.

The current Chairman of the Canadian side of the Working Group is J.H. Cayford, Director, Great Lakes Forest Research Centre, Canadian Forestry Service. The Chairman for the Soviet side is Mr. P.I. Moroz, Chief of V/O Lesproekt,[1] Moscow.

During the period June 20 - July 3, 1982, a Canadian delegation of forest inventory specialists visited the Soviet Union to study the mandate, organization, and technical practice of forest inventory in the USSR. The delegation met with various directors, managers, survey personnel, academics, and research scientists to discuss current practices, problems, and new developments in the forest inventory sector. The delegation visited institutions concerned with forest survey, forest research, and teaching of forest inventory personnel in Moscow, Leningrad, and Kiev.

This report, the result of the very informative visit, briefly documents the forest resource, the organization that conducts forest inventory, and the methods used in carrying out surveys of various intensities. The remote sensing and computer methods are briefly described, and new developments currently in the testing stages are discussed.

During our visit to the Soviet Union, the Chief of V/O Lesproekt, Mr. Pavel Ivanovich Moroz, was our host. He was assisted by Mr. V.I. Agapov, Chief, Northwestern Forest Surveying Enterprise, Leningrad, and Mr. V.N. Poliakov, Deputy Chief, Ukrainian Forest Surveying Enterprise, Kiev. Mrs. Marina Nazarova, Chief of Information and Translation, V/O Lesproekt, acted as our interpreter.

The Forest Resource of the USSR

The USSR is generously endowed with forests. In this regard, it surpasses all other forest empires of the world such as Canada, Brazil, and the USA; it contains over 22% of the world's timber and well over 50% of the world's coniferous wood volume.

Over 33% of the territory of the the Soviet Union is under forest cover, but most of the exploitable forest reserves are located in the relatively remote areas of the country. The portion of the territory distributed roughly to the north and the east of the line extending from the city of Leningrad to the southernmost tip of Lake Baikal supports over 80% of the timber reserves, but only 20% of the population of the country.

By itself, the USSR can boast of the highest annual allowable cut (638.7 million m^3) and the greatest mean annual increment (890.7 million m^3). It competes with the USA for the first place in timber harvest and lumber production, and occupies second place in the volume of lumber exported. In the production of fibreboard, particleboard, and plywood, it is a strong competitor with the USA, Canada, the Federal Republic of Germany, and Japan.

Annual regeneration operations in the USSR cover an area of over 2.4 million ha (1980). However, the entire silvicultural effort in regeneration, tending, thinning, anti-erosion work, field shelterbelt establishment, and drainage occupies an area of about 3.0 million ha annually.

There are 15 specialized forest technical institutes and about 25 faculties of forestry at-

1 All-Union Aerial Photography, Forest Resources Inventory and Forest Regulation Association of the State Committee of Forestry of the USSR (V/O "Lesproekt"). (Vsesoiuznoe aerofotolesoustroitel'noe ob'edinenie Gosudarstvennogo komiteta SSSR po lesnomu khoziaistvu). The noun "association" is used by the Soviets in a corporate sense denoting a group of specifically regional Forest Resource Inventory organizations with the head office in Moscow.

Address: SSSR-URSS
MOSKVA - 117292
ul. Ivana Babushkina, 19/1
V/O Lesproekt

Table 1. Basic data on Canadian and USSR forestry

	Canada	USSR
Population (millions)	24	270
Territory (1 000 ha)	992 233	2 227 490
Forest land, all (1 000 ha)	436 400	1 257 300
Productive forest land (1 000 ha)	264 100	921 245
Productive forested land (1 000 ha)	244 013	791 645
Reforestation backlog area* (1 000 ha)	22 686	129 600
Total growing stock (1 000 000 m^3)	23 046	84 166
Average growing stock per hectare (m^3)	94.5	106.3
Proportion of coniferous volume (%)	79	82
Proportion of mature and overmature volume (%)	60	67
Total MAI (1 000 m^3)	425 482	890 700
MAI per hectare of forested area (m^3)	1.7	1.1 (1.38)**
Allowable cut (principal harvest), all forests† (1 000 m^3)	250 200	638 700
Actual cut (principal harvest) in 1980 (1 000 m^3)	156 167	325 200
Percentage utilization of MAI in 1980	37	36.5
Percentage utilization of allowable cut in 1980	62	51
Average annual volume of thinnings (1976-1980) (1 000 m^3)	2 000	52 300
Total area under closed plantations (1 000 ha)	–††	15 900*
Average annual areas regenerated (1976-1980) (1 000 ha)	2 127	2 391
Planting and seeding (1 000 ha)	166	1 291
Average annual forest regulation and inventory effort (1976-1980), hectares	–††	46 900
Employment in forestry and forest-based industries in 1980	302 000	3 248 000
Employment in forestry only (silviculture, etc.)	11 000*	459 000
Higher forestry and forest industrial teaching institutes	6	35
Graduation of forest industrial engineers/year	–††	4 400*
Graduation of foresters/year*	430	1 800
Middle forestry and forest industrial schools	13	Over 100
Industrial technicians/year*	800	14 000

*Estimation.

**In forests of national significance, which account for 92.1 % of the total forested area of the country.

†Excluding intermediate cuttings, i.e. thinnings.

††Data not available.

Sources: Canada – Bonnor, G.M. 1982. *Canada's Forest Inventory 1981*. Canadian Forestry Service, Environment Canada, Chalk River (Ontario).
– Other official canadian sources.

USSR – [National economy USSR 1922-1982, Anniversary statistical handbook.] Finansy i statistika, Moscow, 1982. (In Russian.)
– Other official Soviet Sources.

tached to various universities and higher agricultural schools. Approximately 7 600 foresters, forest industrial, and pulp and paper engineers graduate every year. Forestry and forest industrial technicians of various profiles are trained at over 100 technical schools, which graduate some 17 000 technicians in forestry and forest industrial disciplines annually.

The USSR maintains 14 forest research institutes, supported by about 60 semiautonomous permanent research stations. Together, these institutions employ over 4 000 research workers and assistants. In addition, forest industrial research institutes, forest technical institutes, faculties of forestry, and related disciplines also conduct forestry-oriented research work.

The entire Soviet forestry enterprise, that is, forestry and forest-based industry, employs 3 248 000 workers; in forest management and forest protection alone, the Soviets employ 458 000 people.

In relation to Canada, the total forest land area of the USSR is 2.2 times as large; that of forested lands is nearly 4 times as great, while that of exploitable forest land is 2.8 times as large. The total wood volume of the Soviet Union is more than four times that of Canada, and the coniferous wood volume is equally greater. Both Canada and the USSR control nearly 70% of the world's subboreal and boreal resources and face similar management problems. Table 1 presents a comparison of basic Canadian and Soviet forestry data.

Forest Land Classification

The forest resource area of the Soviet Union comprises all land administered by forestry authorities and other government agencies. In Soviet literature, this category of land is frequently described as "general forest land" or "forest land fund" and includes two broad land categories: forest land and nonforestry land. Forest land is subdivided into forested (stocked) land and nonforested (unstocked) land.

Forested land is defined as land supporting both natural and man-made forest stands with a minimum stocking of 40% for juvenile stands and 30% for mature stands. Recent cutovers are not considered forested land.

Lands classified as "nonforested (unstocked)" represent areas capable of producing timber, but now do not support a forest cover of minimum stocking. To this forest land category are relegated recent and old cutovers, areas to be clear-cut within the next one or two years, burns, insect- or disease- killed stands or stands killed by flooding and other lands suitable for forestry purposes but which do not support a forest stand.

Nonforestry lands are incapable of producing a merchantable forest stand. Nonforestry land is generally surrounded by forest land but, for physical or economic reasons, is not suitable for forest production. This land category is comprised of agricultural lands, meadows, swamps, talus slopes, steep hillsides, rock outcrops, shifting sands, road allocations, building sites, homesteads, etc.

Figure 1 shows the forest land classification system currently used in the Soviet Union in conjunction with forest resource inventory and regulation.

Forest Land Tenure

The USSR State Forestry Committee administers about 95% of the forest resource area. The remaining 5% is divided between the collective farms and those lands that are under tenure to various ministries and agencies.

The exploitable forests comprise 73% of the total forest resource area. Figure 2 shows the distribution of resource according to tenure categories.

Forests in the USSR are also grouped according to management intensity classes as shown in Table 2.

Forest Inventory and Regulation

Background

Soviet forest resource inventory has always been considered an integral part of the entire forest regulation process. Most Soviet professionals use the terms 'forest inventory' and 'forest regulation' interchangeably, but in fact 'forest resources inventory' is only a part of the larger discipline of forest regulation.

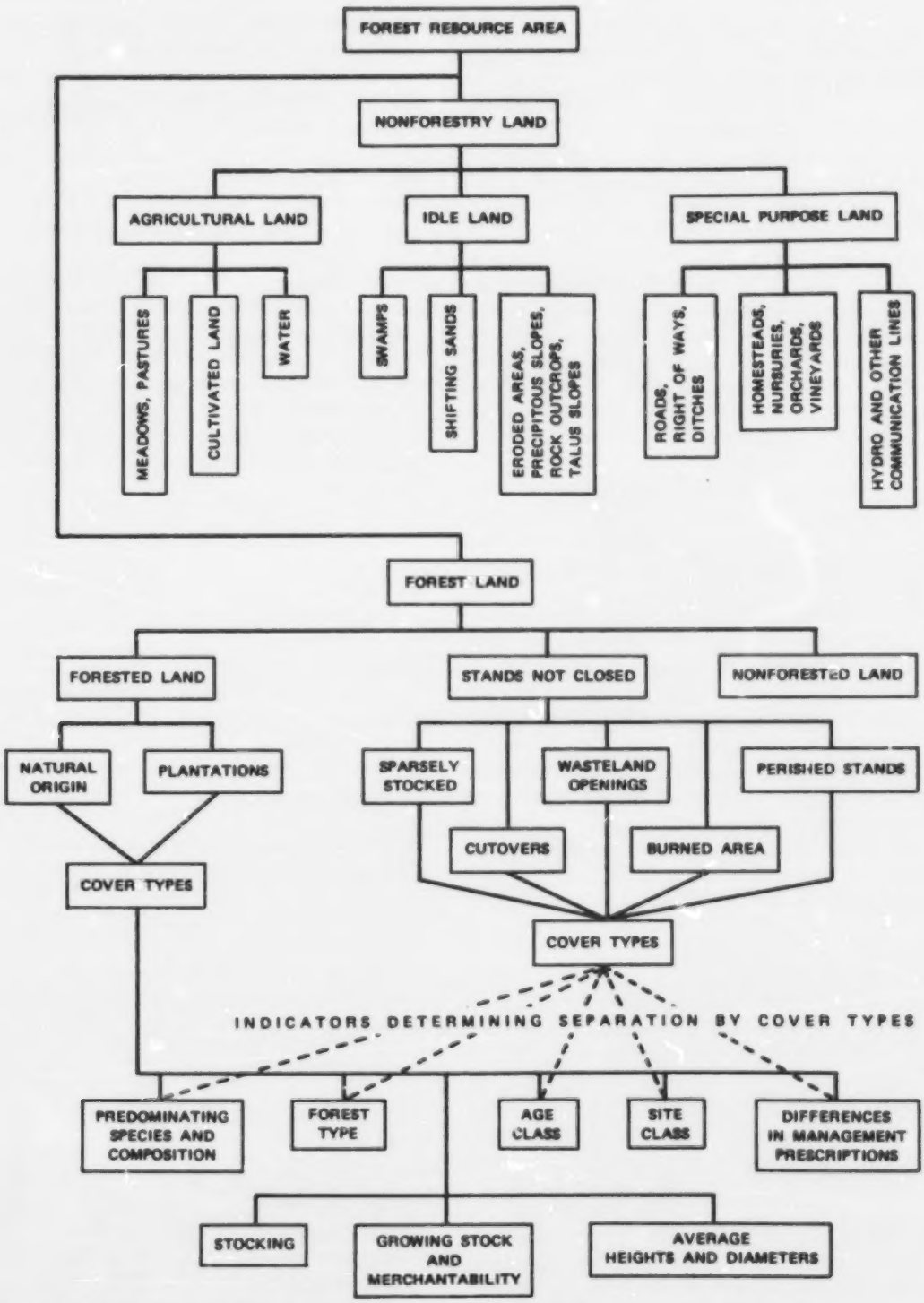

Figure 1. Land classification for forest regulation in the USSR

Table 2. Forest management intensity classes in the USSR

Group I Forests	Only sanitary cutting is permitted.
Group II Forests	The harvest is not to exceed the mean annual increment.
Group III Forests	Industrial forests where harvest may repeatedly exceed the annual allowable cut in a given area for a limited number of years.

Soviet forest regulation guidelines were formulated in 1924 and remain the principal policy document governing regulation, inventory, and cut determination for forests of local significance. The industrial forests of distant regions were intended to be incorporated into the overall national (central) plan but were not subject to regulation in the classical sense. Annual cut was determined in accordance with the needs of the national economy and, in those years following the 1917 Revolution, the delivery of timber to the market and construction sites was of paramount importance. Forest regulation often played a secondary role. It wasn't until after World War II that substantial resources were made available to expand the national effort in forest regulation and inventory.

V/O Lesproekt

In 1947 a single institution, the V/O Lesproekt, was established to carry out forest regulation in the USSR. The function of this new organization was to *carry out forest regulation in all the forests of the country on a uniform, technical, and methodological basis in conformity with the overall economic policy of the country, irrespective of tenure.*

V/O Lesproekt reports to the State Forestry Committee, which acts as the general master of forests. Since its inception in 1947, the work of V/O Lesproekt has expanded considerably and the individual functions carried out on a regular basis can be summarized as follows:

- Territorial organization of the resource in time and space and the carrying out of forest inventory on all forest lands including the maintenance of the data base.
- Determination of the growing stock and allocation of allowable cuts by area and species.
- Resource planning in terms of future use, including forest land, parks, nature reserves, hunting areas, and industrial harvesting.
- Determination of insect and disease damage in terms of location and extent.
- Production of forest inventory and planning maps, and associated statistics.
- Research and development in the area of forest inventory and regulation, including classification, sampling, remote sensing, mensuration, growth estimation, and allowable cut determination.
- Maintenance of administrative, planning, budgetary, technical, and methodological controls over the central apparatus of the organization as well as its regional and field offices.

The V/O Lesproekt organization is comprised of 19 Enterprises, an Enterprise being a regional office of the organization. Nine of the Enterprises are located within the boundaries of the Russian Soviet Federated Socialist Republic (SSSR) which contains 95% of the forested area of the country. The remaining 10 regional offices are located in the constituent union republics, which control forest resources considered to be of economic significance.

Each of the regional offices has a specific specialization. For instance, the Moscow office specializes in remote sensing, whereas the Enterprise in Leningrad specializes in air photo surveys and inventories of the northern reserved, remote forests. The Ukrainian Forest Surveying Enterprise puts its emphasis on intensive forest inventories in the protection and greenbelt forest; it also has responsibility for the data base management systems.

The Enterprises carry out operational functions as well as those of a research nature in support of the operational role. The research is also conducted in the research institutes located in the regions and the emphasis is on regional forests and problems.

The areas regulated annually by each Enterprise differ considerably as can be seen in Table 3.

The 19 Enterprises are further subdivided into 60 "Epeditionary Groups," and are domiciled in

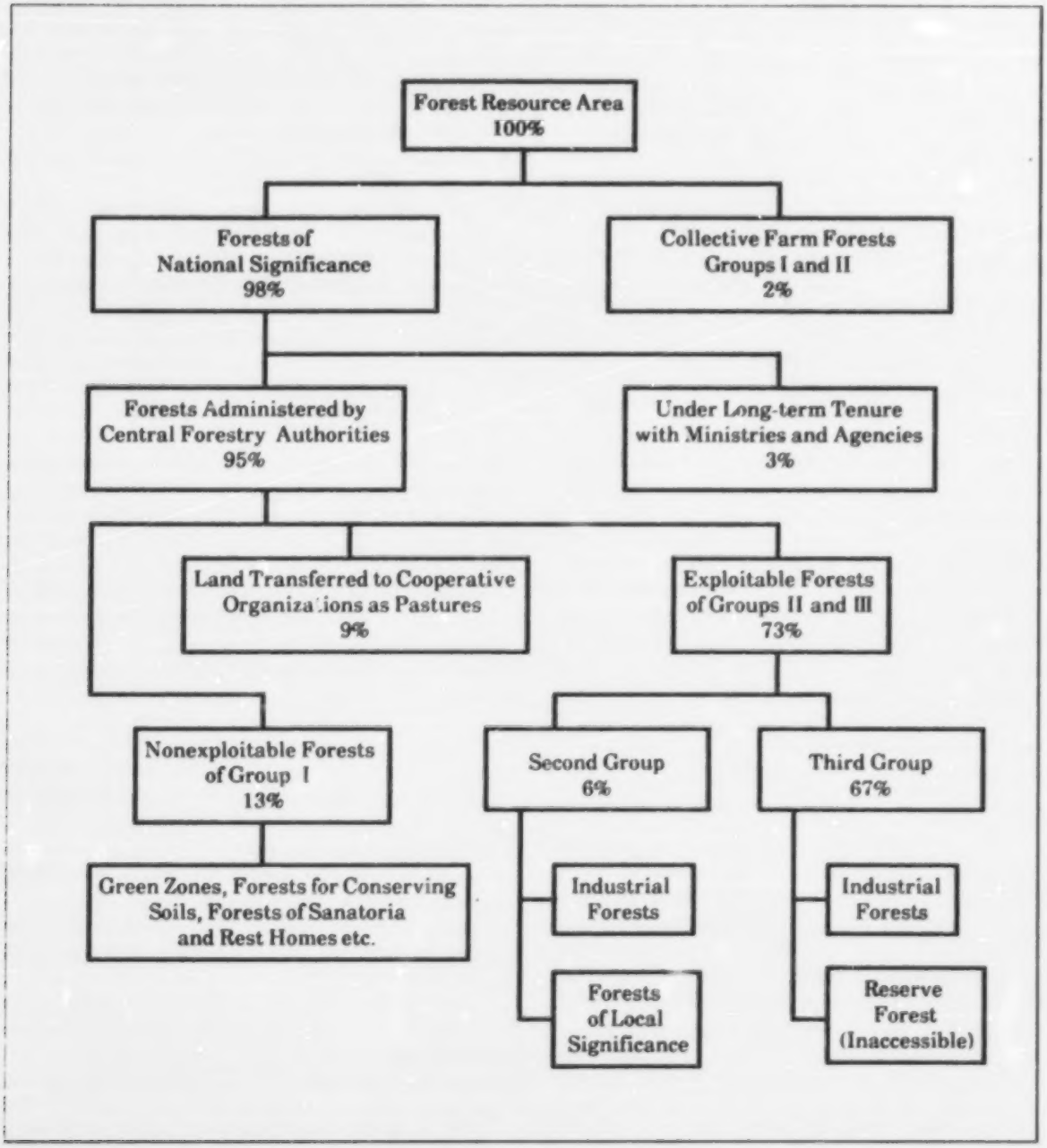

Figure 2. Forest land tenure in the USSR

40 different towns and cities of the USSR. Each Expeditionary Group may comprise 5-15 forest regulation parties composed of 2-5 graduate assessors (foresters), and 1-5 technicians.

Table 3. Area regulated annually by the Enterprises

Number of Enterprises	Area regulated Annually (millions ha)
5	6
5	3 to 6
6	About 3
3	Less than 1
Total 19	16

About 11 000 people are employed by the V/O Lesproekt organization. Nine thousand of these are engineers and technical personnel of whom 40% are women. The remainder are casual or auxiliary positions. The personnel within each Enterprise are composed of engineers, including soils personnel, mathematicians, computer scientists, foresters, and others associated with the resource sector.

The periodic goals assigned to V/O Lesproekt are received from the State Forestry Committee and are then delegated to the various Enterprises. The regions then are responsible for achieving these goals and organizing their research and operational functions accordingly.

The Northwestern Enterprise in Leningrad is one of the oldest enterprises of V/O Lesproekt and, despite its name, the mandate is very broad. It employs approximately 1100 people of which 700 are engineers and the remainder are technicians and support personnel, who are engaged in computing, financial and cartographic services. Within the Enterprise there are six branches: four are concerned with management of the forest, one branch is concerned with aerospace methodology, and another branch deals with parks and greenbelt. Each branch is divided into various divisions or subgroups and these deal with protection, inventory, and other general operational functions. Each group has 10 to 12 subgroups or forest management parties with the chief of a subgroup being responsible for projects.

The Enterprise is totally decentralized from the V/O Lesproekt organization in Moscow. They do all of their own cartographic work, publication of results, and determination of volume and harvest figures. In fact, all of the operations of the region are done by the Northwestern Enterprise office group. They also have an airphoto section which contracts out photography to Aeroflot, the national air line. They photograph approximately 10 million hectares annually in different parts of the country. The Northwestern Enterprise is responsible for taking photos for several of the Enterprises, and they have film storage archives for this purpose.

The Enterprise annually surveys about 8 to 9 million hectares at a level III inventory, in their own region and also in other regions across the USSR. They also inventory the 160 000 hectares of the Leningrad greenbelt area.

The Ukrainian Forest Surveying Enterprise in Kiev reports to V/O Lesproekt in Moscow but has agreements with the Ministry of Forestry of Ukraine and the Ministry of Forest Industry regarding the carrying out of forest survey and regulation work. These agencies provide funding for the Ukrainian Forest Surveying Enterprise to carry out survey projects on an annual basis.

The annual work of the Ukrainian Forest Surveying Enterprise can be summarized as follows:

- Forest management planning for 2.5 million hectares comprised of 2 million hectares state forest, 200 000 hectares collective farm forest, and 300 000 hectares belonging to various other ministries and organizations.
- Forest soil classification is done on 150 000 hectares annually.
- Planning for hunting and management on 600 000-700 000 hectares.
- Delineation of areas of forest byproducts, such as mushrooms, approximately 1.6 million hectares annually.
- Preparation of general forest management plans for approximately 1 million hectares annually.
- The control of inspections for five to nine forest management units annually.

This volume of work costs approximately 4 million rubles annually (Cdn $6.4 million).

In the planning sector, approximately 50 plans are prepared each year for the forest management units. Similar projects are developed for collective farms and total approximately 700 annually. Other projects comprise about 20 per year. Maps are prepared for hunting units at about 25 per year, soil survey projects at the rate of about 10 or 15 per year, and 2-3 general projects are prepared for regions and republics. The work is carried out by approximately 50 crews made up of 450 people.

Within the Ukrainian Enterprise there are a total of 900 full-time employees; approximately 50- 100 casuals are retained for the field season. The Enterprise is composed of a Chief and three Deputy Chiefs in charge of Engineering, Supplies & Services, and Operations. The Chief is also responsible for finance, personnel, and daycare centres for 150 children.

Forest Inventory

Emphasis in the forest survey operation is on timber and the quantification of forest lands for timber exploitation. The forests are now inventoried on a 10-year cycle. However, V/O Lesproekt wants to implement an annual update through the use of computers and various yield models. Should this take place, they wish to concentrate their inventory on disturbed areas, or areas that will soon be harvested, and update their undisturbed forests using the various models available. In this way, they expect to adopt a routine of re-inventorying their land on about a 20-year cycle.

Pest problems are identified on a routine basis during every forest survey. If, however, the infestation is of a serious nature, the Pest Survey Institute of Moscow takes over the survey function. This Institute is a special branch of V/O Lesproekt that measures the losses incurred from various forest pests.

The results of the inventory are tabulated by computer and placed in hardcover binders for each block and management region. Colored maps indicating the composition and status of the forest for specified blocks are also available. Our impression was that their systems were very well organized and that they had good documentation at all levels of the survey process.

The forest inventory operation concentrates on providing accurate estimates of merchantable volume, but in the Soviet Union, the utilization of all tree components (crown, bole and roots) and all tree size classes is increasing at a rapid rate.

About 60% of the total wood production for the Ukraine comes from plantation thinnings of immature species and represents about 6 million cubic metres annually out of the total annual cut of 10 million cubic metres.

Thinnings are divided into four product classes. Trees less than 20 cm dbh, associated with stand clearing operations, are used for the manufacture of particleboard. Small branches and needles are manufactured into foliage flour, or muka, which is used as a cattle feed supplement. Trees larger than 20 cm are used for lumber production, as well as poles and posts. Chemical products such as turpentine are derived from the stump and root mass.

Forest management in these populated areas is very intensive and utilization approximates 100% of the tree material. A display seen in the Forestry Pavilion at the Exhibition of Economic Achievements in Moscow, showed that the utilization of stump and root material as well as thinnings was increasing at a rapid rate. In particular, it appeared that the production of particleboard had more than doubled in the last five years. Other charts showed how the land base for forestry purposes was affected.

The need for a biomass data base was discussed with various survey personnel. There seems to be some concern for estimates of forest biomass within the State Forestry Committee. However, V/O Lesproekt has not seriously addressed this problem and no forest biomass estimates are available on a routine basis.

V/O Lesproekt is also responsible for initiating studies and research aimed at solving forest inventory problems. The Chief of V/O Lesproekt is Chairman of the Scientific Board and Chairman of the Technical Board that governs all professional and scientific studies within the organization. The Scientific Board has approved about 300 individual research projects underway in the various Enterprises. On an annual basis, probably 20 are assessed by a technical evaluation team. When the projects are completed and ready for a pilot introduction into the regular survey operation, they are reviewed by the Technical

Board and, if found to be of importance, are approved and implemented. Since the Chief of V/O Lesproekt is Chairman of both Boards, he exercises final authority over approval of all projects.

Forest Regulation and Inventory

Forest regulation as practiced in the Soviet Union includes inventory; the allocation of allowable cuts; resource planning for harvest, parks, nature reserves, and hunting areas; and damage appraisal and research in support of the operational role. Forest inventory, although only one segment of this process, provides the essential information upon which all other decisions depend.

Forest regulation is practiced in accordance with five forest regulation intensity classes (Table 4). The level of forest inventory applied to a particular area is determined by the intensity of forest management to be practiced in the region. The most detailed surveys are conducted under Classes I and II, because lands inventoried under these regulations will receive intensive treatment. These surveys would be carried out on the greenbelt forests surrounding the cities and on those forests associated with collective farms, and other institutions. Reserve forests and those lands where exploitation will not take place for many years are inventoried under Class IV, which is comparable to a reconnaissance inventory where detail on individual stands is limited. *Intensity* Class III inventory accounts for the largest area usually surveyed and applies to the industrial forests of the Soviet European north, the Urals, and substantial portions of Siberia and the Soviet Far East.

The implementation of forest regulation in an area to be brought under management entails the delineation of management units and the preparation of appropriate base maps. Within populated areas, the boundaries of management units are usually surveyed, but in remote regions it is sufficient to delineate them utilizing prominent geographical features such as lakes, rivers, and roads.

Each management unit is subdivided into blocks and, for each block, a map is prepared with a scale determined by the forest regulation intensity classification system. For intensity classes I-II, the area of the block is about 2 000 hectares; for Class III it is 12 500 hectares; and for Class IV it is 50 000 hectares.

Each block is further subdivided into compartments. A regular block generally comprises 16 compartments and the area represented by each compartment is again determined by the forest regulation intensity classification system, e.g.,

Table 4. Inventory specifications for forest regulation intensity classes

Forest regulation intensity class	Normal compartment size (km)	Area (ha)	Distance between cruise lines* (m)	Approximate area of an average size cover type (ha)	Distance of cruise lines per 1 000 ha** (km)	Photo Scales	Prescribed map scales
Ia	0.5 x 0.5	25	500	1 - 2	78	1:5000	1:500 - 1:10000
I	1.0 x 0.5	50	500	3 - 5	60	1:10000	1:10000
	1.0 x 1.0	100	500	3 - 5	60	1:15000	1:10000
II	1.0 x 1.0	100	500	6 - 15	45	1:10000	1:10000
	2.0 x 1.0	200	500	6 - 15	35	1:20000	1:10000
III	2.0 x 2.0	400	1000	16 - 35	17	1:15000	1:25000
	4.0 x 2.0	800	1000	16 - 35	14	1:20000	1:25000
IV	4.0 x 4.0	1600	2000	36 - 80	8	1:20000	1:50000
	8.0 x 2.0	1600	2000	36 - 80	7		1:50000

* A brushed line separating two compartments may serve as a cruise line. In the event that aerial photos are not available, the distance between the cruise lines is *reduced for each* intensity class to: Ia = 125 m, II = 125 m, III = 500 m, IV = 1 000 m.

** The distance of cruise lines per 1 000 ha correspondingly increases for each intensity class when cruising is carried out without the aid of aerial photography: Ia = 100 km, I = 90 km; II = 45-50 km, III = 23-25 km, IV = 11-13 km.

Class Ia, 25 hectares; Class I, 50 hectares, etc. Figure 3 shows a fragment of a management unit indicating blocks and compartments.

Compartments are the most basic forest managment unit and cover types are the smallest silvicultural units.

Forest Inventories Class I and II

The Ukrainian Forest Surveying Enterprise specializes in forest management at forest regulation intensity levels I and II. This includes aerial photography, direction of field work, compilation of data and development of management plans. The time involved in conducting and completing the survey from air photo interpretation through to management plan, is usually about two years. The area is visited by a group of of forest managers one year before the project commences. This would include an evaluation for proposed boundaries for the forest management unit, and it's subdivision into groups (greenbelt or exploitation forests), compartments, numbering systems, stand delineation for measurement purposes, and location of compartment corners in the field. All existing information on the management area is located and many working maps are completed in pencil. Sample plots are established in the area and used for training purposes; all information is used to establish the priorities and logistics for the next year's field measurement.

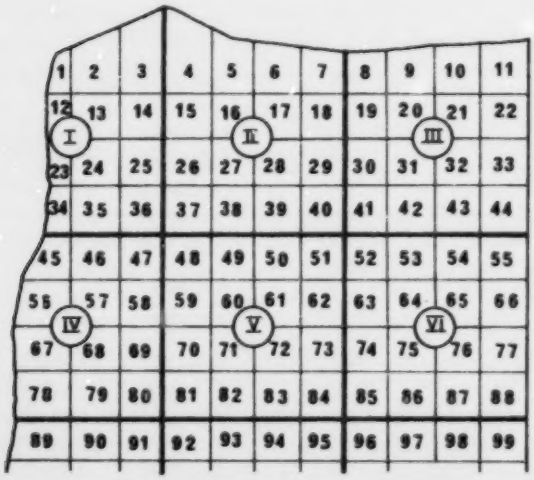

Figure 3. A fragment of a management unit showing blocks and compartments. Roman numerals indicate blocks. Arabic numerals denote compartments. Heavy lines indicate block boundaries. Cruise lines may coincide with block and compartment boundaries.

During this preliminary work, blocks and compartments are located. Preliminary maps are established at a scale of 1:10 000 and compartment boundaries are delineated on the photos and maps. No pretyping takes place at this time. A list of the work to be done is prepared and submitted to the contractor which would be either the Ministry of Forestry or Ministry of Forest Industry of the Ukraine.

The field operations are conducted from May to October. This involves a training period, using the sample plots established earlier. The crews practice measurement and estimation techniques on these training plots. Block and compartment boundaries are located and brushed out by the technicians. Forest engineers walk these lines and establish the measurement for volume determination. They also make preliminary recommendations and establish sample plots required for determining thinning, natural regeneration, and the assessment of planted trees. The status of the unit in terms of management intensity is established. Compartment sizes vary from 25 to 200 hectares depending on the intensity of the survey.

Execution of the work is accomplished through a combination of visual estimation and field sampling. Measurements are taken in mature forests and, in every fourth stand or compartment, 9-21 relascope samples are taken and the appropriate tally cards are completed. In the boreal forests, a combination of visual inspection and interpretation is used. Plot tallies are completed and in nonwood production areas the estimates are visual and supplemented by estimates of the quantities of berries, herbs, etc., within each compartment. Coverage is in 10% classes, and quantities of shrubs are estimated in numbers of 20, 40, and 60 individuals. Volumes are determined for these nonforest products and the biological yield is twice the amount that can be harvested. These volumes are determined on an area basis and eventually expressed in volume per hectare.

Office work involves the preparation of maps (1:10 000) for forests, animals, soil surveys, geological materials, and the processing of plot tallies through the computer and the compilation of

tables on forest harvest and regeneration. Discussions with regard to the level of management and liaison are conducted with cooperating agencies. This liaison involves public participation with regard to natural habitat; objections to the proposed plans can be made to the State Forestry Committee.

Following approval of the plan it becomes the main document for forest management in the block and compartment for the next 10 years. There is an inspection after a 5-year period, and some modifications to the plan may be made if they are required.

Forest Inventories Class III and IV

For level III and IV inventories, systematic sampling procedures are used and data are collected along compartment lines as well as designated cruise lines. Only cover types supporting mature and overmature timber are visited. Juvenile stands are described only when they are crossed by a cruise line. Other information on stands located between the cruise lines is derived from the aerial photographs, or from an overflight in a helicopter or small plane.

An inventory generally takes place over a 2-year period. During the first summer, information on forest types is collected and compartment lines may be established and/or brushed out. During the winter months, the color photos (1:15 000) are interpreted in great detail and preliminary maps are prepared. For the second summer, the compartment lines, roads, and cruise lines are walked and the information obtained from photo interpretation is upgraded. The remaining stand characteristics are determined by correlating known factors with those stand characteristics observed on the aerial photographs. A tally card describing all forest stand parameters is completed for each stand.

While the intensity of forest management governs the level at which forest inventory is conducted, inventory methodology has not remained static. Procedures used at each forest regulation intensity class have been periodically modified in response to new developments in science and technology. The introduction of aerial photography, the Bitterlich relascope, and space photography are the most prominent examples of these new developments.

Statistically Designed Surveys for Reserve Forests

V/O Lesproekt has always been keenly interested in the application of statistical methods to forest inventory problems and has had special methods developed for application in the northern reserve forests which are remote and difficult to access.

The Northwestern Forest Surveying Enterprise, located in Leningrad, is responsible for surveying much of the reserved land (forested and nonforested) of the Soviet Union, which comprises approximately 600 million hectares across the northern part of the country. These lands are inventoried using aerial photographic techniques in conjunction with statistically controlled sampling design. Since 1978, 30 million hectares have been surveyed. Now about 8-9 million hectares are inventoried annually.

The inventories are conducted according to forest management units; the size of each unit ranges from 10-16 million hectares. The important features of this process are as follows:

- The forest management unit is covered at 1:60 000 - 1:100 000 air photos depending on forest complexity.
- For very homogeneous forests multispectral space photos are used instead of the air photos.
- Nonforest and water areas are determined. The photos are interpreted: stands are delineated, classified, and described. The forests are stratified by species composition, height, crown closure, and other parameters such as age class.
- The total number of strata in a management unit ranges from 6 - 15.
- Using equal probability formulae, calculations are made to determine the number of photo plots to be established in each stratum.
- The photo plots are distributed systematically across the strata in such a fashion that subsequent photography will be optimized; there will be approximately six or seven photo plots per flight line. Air photos are now taken at a scale of 1:5 000 in level areas and 1:10 000 in mountainous areas. The photos are 30 x 30 cm. Photo centers are transferred to the medium scale photos. The distance between photo plots is about 700-1200 metres. The film type is color infrared and red combined to cover the red-to-infrared spectrum from 600 to 840 nanometres. Images are brought forth on three-layered photo paper, which is of much greater

sensitivity than two-layered filament. Each forest management unit of about 10 million hectares has about 5 000 to 6 000 photo plots distributed in this systematic manner.

- Photo plots are now interpreted. Each photo plot of about one hectare has a number of stand parameters determined, such as crown closure to estimate density and height to estimate volume for a normal stand (a normal stand is considered to be of 80-85 % crown closure). Volume calculations are based on measures of height and crown diameter. Volumes of the normal forest are determined from the cruiser correlation tables; crown closure is used to adjust the normal estimates to those of the actual forest. A photo interpreter will measure between 12 and 15 photo plots per day.
- Ten percent of the large scale photo plots are ground sampled using the same size of ground plot as established on the photo, namely one hectare.
- The accuracy specified for mature, or overmature forests is plus or minus 2% at the 95% probability level for total volume in a forest management unit.
- Helicopters are often used to visit the field plots. In the field plots, measurements are made of individual trees for dbh and their species are recorded. In addition, 15-20 trees are measured for height, 8-10 trees are felled, and the age at stump is determined.
- Using the basic field measurements the plot volume is calculated by 2 cm dbh classes if the stand average dbh is less than 16 cm. If it is more, 4 cm classes are used. For each class the number of trees is determined on a per hectare basis and, from this, the volume per hectare is derived. Trees are also classified by quality, that is fuelwood, partly merchantable, fully merchantable and dead. The fully merchantable must be at least 6 m tall. The whole tree is put in one of these tree classes depending on the merchantable portion of the tree.
- If the ground volume is within 10% of the photo volume, no corrections to the photo estimates are required. If not, reinterpretation of the photo plots is done. Double sampling for regression is not used. Instead, only photo plot data are used to calculate volumes, etc.

The information given to V/O Lesproekt in Moscow for each forest management unit within these reserved forests is as follows:

- A map of the forest at a scale of 1:100 000 based on the medium and small scale photos.
- For each compartment, ledgers with summaries of volume by dominant species, age classes, forest types, and site classes. A 35% standard error of estimate for volume is recognized.

Table 5 summarizes the work performed by the V/O Lesproekt since 1940. By 1960, they had inventoried, with ground and aerial methods, the entire forest territory of the country. However, a detailed inventory and regulation effort, as well as re-inventory and revision of management plans formulated earlier, covered about 56% as of 1980. The forest area subjected to detailed inventory and regulation, as opposed to general reconnaissance, amounts to approximately 47 million ha annually. During the current five-year plan, about 75% of the forest area of the country will be regulated.

Aerial Photography

In 1922 Soviet foresters began using aerial photography on an experimental basis. An expanded application of black and white panchromatic prints developed after World War II and color spectrozonal photography came into use in 1954. In this type of photography, conifers are shown in a blue-green to green color and broadleaved trees in orange and purple colors of varying intensities. It seems equivalent to the technique known to Canadian foresters as false color photography.

Aerial photographs now used in most forest regulation work are 18 x 18 cm and range in scale from 1:500 - 1:20 000. The scale of photography is governed by the forest regulation intensity classification system (Table 4).

Space Imagery

The expanded application of space imagery to forestry dates back to the late 1960's when space images began to be widely used in monitoring the outbreaks and progress of forest fires in the remote regions of Siberia. However, the application of space photography in forest inventory had its beginnings in 1973. In that year, V/O Lesproekt, jointly with the Institute of Space Research of the Academy of Sciences of the USSR, initiated a series of experiments aimed at interpreting multiband high elevation photographs made with six synchronized cameras within the visible and near infrared ranges of the electromagnetic spectrum.

Table 5. Forest regulation effort in the USSR

Year	Area investigated and partly regulated by ground and aerial methods* (000 000 ha)	Percent of total	Area considered regulated for the first or second time** (000 000 ha)	Percent regulated
1940	480.0	48	130.0	13
1950	567.8	53	191.8	18
1956	1104.5	98	237.4	21
1961	1237.5	100	393.0	32
1966	1233.4	100	441.9	36
1973	1229.6	100	544.6	44
1978	1257.3†	100	611.0	49
1979	1257.3†	100	658.1	52
1980	1257.3†	100	704.9	56
1981–1985 Plan	1257.3†	100	940.2	75

* Mainly data derived from typed aerial photos supplemented with information obtained from aero-visual cruising or reconnaissance with fixed wing or rotary wing aircraft.

** As of 1980, the area regulated (and inventoried) for the second time by ground methods with the aid of aerial or space photography amounted to 232.5 million ha, or 18.5% or the total forest land resource area.

† 1 275 million ha according to other sources. This figure includes forested land, nonforested but suitable for forestry land and nonforestry land.

At the present time, Soviet forestry organizations can draw material on space imagery from three sources:

- Earth satellites of the "Meteor" or "Kosmos" series are equipped with TV scanning devices and produce images within the visible and near infrared bands of the spectrum. These images find practical application in meteorology, in monitoring the progress of forest fires and assessing cloud cover for possible inducement of precipitation. Satellites of these series orbit about 900 km above the earth's surface. The average angle of the orbit relative to the Equator is about 81°, the period of revolution is 102 minutes, and the scale of imagery obtained may range from 1:1 700 000 to 1:12 000 000 with a resolution of about 1.25 km.
- Piloted space ships of the "Soyuz" type are manned vehicles set in space on a periodic basis to do a specific job such as observing various geographical phenomena. Of the space expeditions in this series, the "Soyuz 22" was perhaps the most remarkable from a forestry point of view.
- The Karl Zeiss Plant of Jena, East Germany, built a special six band camera, MKF-6, capable of photographing images from space. The entire camera mechanism consisted of 6 synchronized cameras wih focal length of 125 mm producing images of the earth's surface concurrently within six bands of the electromagnetic spectrum. The result was multiband photography with a resolution of 20 m.
- The "Soyuz 22" with the MKF-6 camera aboard began photographing on September 17, 1977 at an apogee of 280 km, perigee 250 km, declination of orbit at 65°, and time per revolution of 89.6 minutes. Extensive areas were photographed around Lake Baikal, and in the northern and northeastern parts of Siberia. Images obtained from "Soyuz 22" have found application in forest resource inventory work for remote areas and are generally used in combination with standard aerial photographs as well as ground surveys.

  Piloted orbital stations of the "Salyut" series have been used in photographing the earth's surface using cameras similar to those employed on "Soyuz 22."

Computers

Computers and automated data processing methods have been used extensively in the forest inventory operation. Perforated data sheets for sorting field tallies were introduced in 1940, and desk calculators were in common use by the 1960's.

The Moscow office of V/O Lesproekt in 1964 acquired its first computer, apparently a "Ural-2," for use in the development of volume and product tables. At about the same time, the Ukrainian

Forest Surveying Enterprise acquired a computer of the "NAIRI" series. Software for these operations was provided by the All Union Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry at Pushkino, the Faculty of Forestry, Ukrainian Agricultural Academy in Kiev, and by the Leningrad Forest Research Institute. These organizations are still actively involved in software development for forest regulation.

The period of the ninth five-year plan (1971-1975) marked an expanded application of second generation computers of the "MINSK" series. In recent years, a third generation of computers of the "ES" series has been introduced to forestry work. At the present time, at least 10 computers are operating within 7 regional offices of the V/O Lesproekt organization. Table 6 shows their type, location, and the year of installation.

The 1978 inventory was processed on the "ES-1022" computer, from a data bank of stand, compartment, block, management unit information. Some 70 different tabulations are produced on the various land categories, cover types, growing stock, etc. These reports are essential for planning effective forest management.

The system of records is being revised in conjunction with the development of a new data bank. The Ukrainian Forest Surveying Enterprise is responsible for this new data bank initiative.

We visited the computer center in Kiev. The ES-1022 computer has the following characteristics: 522 kilobytes of memory, 7.8 megabytes of disc storage, (29 megabytes of disc storage at Leningrad), 8 tape drives, 6 disc drives, 2 line-printers at 600 lines per minute, 2 card readers, and 2 paper tape drives. Programs are written in PLI and assembly languages. The information is stored on magnetic discs in sequential rather than direct access files. The basic record is the stand and the geographical data and control information are also coded.

At the Research Department of V/O Lesproekt in Moscow, the computer and mapping equipment is from the United States, France, and other European countries. A partial list is as follows:

- Computers: General Data Corp. (U.S.A.) and IBM CM-4
- Digitizer, Benson 6201 (France)
- Plotters, Benson 400, 1202 and 5342
- Automated mapping system, GRAFIXI (255k)
- TV scanner, Scandic No. 3
- Drum scanner
- Color additive viewer
- Stereoscope G-2 (or Stereocord)
- CRT display unit
- Pericolour 2, IGDS
- Diablo 1641.

Forest Inventory Research

Research Department, V/O Lesproekt, Moscow

Research on inventory methodology is generally contracted out to various research institutes or to universities. However, V/O Lesproekt also maintains a research department in Moscow that concentrates on remote sensing and systems applications for inventory operations. Emphasis is on

Table 6. Computer centers within the V/O Lesproekt organization

Regional V/O Lesproekt offices	Computer make	Year of installation
Belorussian Branch, Minsk	ES-1022	1976
Southeastern Branch, Voronezh	ES-1020	1975
Central Region Branch, Moscow	ES-1020	1976
	ES-1033	1978
Upper Volga (Povolzhe) Branch, Gor'kii	Minsk-32	1972
Northwestern Branch, Leningrad	Minsk-22	1970
Ukrainian Branch, Kiev	ES-1022	1978
	NAIRI-M	1968
	ES-1033	1979
West Siberian Branch, Novosibirsk	ES-1022	1979

the automation of interpretation and measurement techniques applied to aerial and space photographs.

The study of space techniques started in 1975. Space photographs are taken by the MKF-6 camera, which is on board each of the Soyuz manned satellites. The film is brought to earth when the cosmonauts return and is first developed at a scale of 1:2 000 000 and then enlarged to a scale of 1:500 000. These larger scale photographs are used to separate forest and nonforest areas and to map the major land characteristics, roads, and other geographical features. All images are in color and the quality of the photographs shown to us was excellent.

In processing their space imagery as well as the traditional air photos, four basic steps are followed:

1. The images are photographed simultaneously on four bands similar to those used in the LANDSAT satellite series. They are then developed and the transparencies are viewed through a color additive viewer used to bring out or enhance particular cover types or features of interest, for example, conifer stands, fire stands, or cutover areas.
2. The enhanced image is then scanned and digitized by a television scanner and the pixel values are stored in the computer. The digital image is then projected to a monitor (256 x 256 pixels) where classification takes place. Supervised classification involving training areas and various ratioing algorithms are used to establish the tree or forest stand classes.
3. The computer program identifies the trees or class of interest, contours the boundaries (stands or individual tree crowns), and cleans up the supervised classification on the image.
4. The areas are subsequently determined from the pixel values and stored in the computer files for summation and output, either in map or tabular format, at a later date.

All imagery, whether small scale photography, large scale photography, or satellite photography from the MKF-6 camera, is treated in this way. In a production operation, approximately 1.5 million hectares are completed on one 8-hour shift over a 12-week period.

The Research Department of V/O Lesproekt is also responsible for developing computer applications to handle depletion records, particularly those associated with harvesting, windfall, and fire. The process involves steps 1 to 4 above. In addition, the boundaries of the harvested or fire-damaged areas are automatically plotted on standard topographic base maps. The supporting quantitative information on areas and volumes harvested, or burned, is also automatically tabulated during the plotting operation.

Inventories of remote regions of sparse vegetation are carried out using only remote sensing methods. The Moscow-based V/O Lesproekt organization, including the Research Department, cooperates to develop methodology and apply it to inventory the remote desert regions. The procedure is as follows:

- Space photographs at a scale of 1:2 000 000 are enlarged to approximately 1:300 000 and stratification takes place. Areas of desert and vegetation are delineated.
- The strata are then placed on a map at a scale of 1:300 000.
- The map is used to lay out a systematic sample to be taken over the area. Plots are established along parallel lines and the large scale photographs are taken at specified intervals across the strata.
- The photographs are taken at a scale of 1:1 500 and each photo plot measures 15 cm x 15 cm. (equivalent to a ground plot of 225 m x 225 m). On each of the plots, crown diameters are measured and the number of bushes are counted.
- Stratum estimates are computed from the estimates of vegetation density. No ground plots are taken.
- Computer outputs are prepared. The resulting volume estimates are derived from the interrelationships of volume per hectare and the areas of the various strata.

V/O Lesproekt is currently working on the development of inventory data bases, i.e., the placement of inventory data in computers, ready for rapid summary and extraction. This will assist in the planning of future work, which involves forest regulation on 45 million hectares annually. The data base now contains information about each cover type within a compartment, but the stand boundaries have not been digitized and no mapping can be done from the data base. V/O Lesproekt expects to have these problems over-

come and a mapping capability in operation by 1985.

Our discussions on data base construction were seriously hampered by translation difficulties and our understanding of their approaches to this complex problem was seriously limited.

Research Institutes and Universities

There are 15 research institutes administered by the State Committee for Forestry. They are decentralized and managed locally within the various regions.

The All-Union Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry at Pushkino plans and coordinates basic forest research. It has branches in other parts of the country, and is also responsible for three research stations. It has the following three divisions:

- Silviculture and Biology is concerned with harvesting, reforestation, growth, yield, forest protection, and hunting.
- Mechanization includes planting and the development of machinery.
- Economic and Timber Management deals with inventory, computer science, and mathematical modeling.

There is also associated with the Institute a mechanical demonstration area of 100 000 hectares where prototype models are built and tested. The Institute employs about 3000 people and participates in international programs in which specialists from many countries come to the Institute to work. In inventory, they are particularly interested in developing statistical methodology, and in the use and application of forest and tree growth models.

The development of multi-stage sampling systems based on a statistical design was carried out at this Institute. V/O Lesproekt contracts out many of its research problems to this group, but it also has staff members on retainer at various universities.

We visited Professor A.Z. Shvidenko at the Faculty of Forestry, Ukrainian Agricultural Academy, Kiev, to discuss growth modeling and its application in forest regulation.

The Academy is 84 years old and is one of the largest educational institutions in the country. There are 12 faculties and 14 000 full-time students plus many thousands of correspondence or extension students. It suffered a great deal of damage during the Second World War.

In addition to their teaching responsibilities, the staff also conducts a variety of research projects. For example, they have undertaken herbicide research in cooperation with the Hoars Company in the United States. They have also done considerable research on the production of equipment which will produce muka at the rate of 1.5 tonnes per hour. They have also designed and built a tree planter intended for planting large seedlings or trees in greenbelts and cities.

The Faculty of Forestry at Kiev has about 750 full-time students and 600 correspondence students. There are 10 professors and scientific workers. Students and faculty have access to the Boiarka forest of 18 000 hectares for training and research purposes.

In the forest mensuration sector, the main task is teaching, but they also undertake contract work for V/O Lesproekt. These contracts have involved forest inventory and sampling, the development of reference materials such as standards and site index tables, and the assessment of problems in harvesting from a mensurational viewpoint. The Faculty also cooperates with V/O Lesproekt in remote sensing, particularly the computer aspects and the development of software. Another aspect of their work involves growth modeling, particularly the examination of optimal growth models for various forest stands. Optimum stands are defined in terms of maximum productivity or largest yield at maturity. They also define minimum waste and include recreation and other similar values. From this background information, they develop a function and maximize it. The maximum is at a later age than is normally considered usable; from that they decide on the optimum age. For these purposes, they develop stand models and use them for testing various alternatives. Growth functions used are the modified Richard Chapman's or Gompertz equations and are solved in an iterative manner.

Summary and Conclusions

V/O Lesproekt, the All Union Forest Air Survey Association, has the mandate for inventorying the forests, preparing management plans, determining the annual harvest, and monitoring the forest for change from natural (pest, fire, wind) and man-made causes (harvest, roads, reservoirs). It is the only forest survey organization in the USSR.

The priorities for the inventory program are established by the State Forestry Committee and responsibility is delegated to V/O Lesproekt, which in turn assigns the operating tasks to the appropriate regional Enterprises. Program development and coordination are centralized in Moscow, but the operations are carried out in the highly decentralized Enterprises.

Remote sensing, the use of aerial and space photographs in the survey operation, is highly developed. Photography is used at all levels of inventory, but the most sophisticated applications occur on surveys of northern and desert lands where the photo plot estimates of volume and nonwoody materials are used to develop the stratum values. On the more intensive surveys, photography is only used for classification purposes and the delineation of forest stands.

In the absence of digital data from Soviet space vehicles, V/O Lesproekt uses space photographs taken by the MKF-6 camera. The film is returned to earth by the cosmonauts working on the Soyuz space stations. The quality of this photography is excellent and the resolution appears to be very good. It is used extensively in delineating forest and nonforest land and in classifying the forest for sampling purposes.

A major innovation is the methodology in the digitizing of aerial and space photos in order to automate the classification and assessment processes. This technique is applied to photographs ranging in scale from 1:2 000 000 to 1:1 000. The method is operational and used annually to process data on 10 million hectares of forest land. However, this application appears to be unique to the Research Department of V/O Lesproekt. No similar approaches were seen in Leningrad or Kiev.

Soviet space information is now being received in digital mode, much like the LANDSAT computer compatible tapes. Their use of this information is in the development stages.

A visit to the Exposition of Economic Achievements indicated that utilization of stump, roots, branches, and tops, in addition to the mainstem, was increasing rapidly in the more populated areas of the USSR. The various displays at the Exposition showed that the production of chemicals, particleboard, and other products such as foliage flour had more than doubled over the past few years as a result of the increased utilization of wood materials previously considered waste. Repeated questioning of our hosts indicated that they were aware of these developments, but were not considering any major change in their inventory procedures or in the manner of preparing reports summarizing the quantities of timber available for utilization.

The remote sensing and computer-assisted mapping operation in Moscow, although used operationally, seemed to be in a research and development stage. It was dificult to determine how they were handling their large masses of inventory data since the appropriate software was not complete. For example, the system could not handle either the batch complexities of polygon or the automated labeling of maps from the attribute list. Translation difficulties and the interpreters' limited knowledge of computer terminology resulted in some frustration on the part of the delegation in attempting to ascertain how their new data base is being constructed and how they now handle the plot and stand records developed from the digitizing process.

Our assessment of their map production facilities was limited to the procedures used for mapping and tabulating areas and volumes of burned and cutover lands. The data on the boundaries of the disturbance are generated from the space photo-digitizing-classification process and plotted automatically on base maps prepared by the national cartographic agency. The completed maps also contain detailed tabular information on the stand volumes either harvested or burned.

While they have the capability of producing forest cover maps in this manner, particularly for the reserve forests and desert lands, our review of their maps for the level III inventory (general forest management planning) indicated that they were drafted by hand and only prepared in limited

quantities. At the national level, the map seen in Leningrad, showing the distribution of forest types throughout the country was also compiled and colored by hand.

It seems, therefore, that the methodology of computer-assisted photo interpretation and map production is confined to the Moscow offices of V/O Lesproekt and is not yet available for transfer to the regional Enterprises of the survey organization. The completion in 1985 of the data base software that will accommodate cover type information, as well as digitized boundary data, will permit computer-assisted mapping to take place at all inventory levels.

Our general impression of the computing facilities in the Enterprises we visited was mixed. The operations appear to be efficient; however, there still seems to be a fairly extensive use of punched paper tape and the noise level within the computing area was high. No terminals were seen outside the computer room and, even within the computer room, there were no video screens or remote terminals that could be identified. They do not seem to use an interactive mode on their computing systems, and all their information seems to go in batch processes.

To assess the USSR research effort in forest inventory, we visited the All-Union Research Institute of Silviculture and Mechanization of Forestry and the Ukrainian Agricultural Academy. There we discussed the broad concepts of modeling and the objectives of V/O Lesproekt in applying the models for inventory update and the forest regulation process.

It was our impression that the approach to modeling is basically a stand approach using nonlinear equations to describe the volume-age relationship. They are well aware of the approaches used in North America, but are probably approaching the problem in this way because of the inventory data available for projection and update purposes.

It is difficult to evaluate the level of mensurational practice on such a trip; but it did seem that they had stand volume tables, empirical yield tables, and other tables for all their growth types and for all forest regions. A brief review of the published material provided to us at each of our visits, suggest that they have developed the necessary mensurational tools required to quantify the forest and manage it for their objectives. Emphasis appears to be on stand parameters and estimates rather than tree parameters.

Manpower does not seem to be a problem in carrying out their work, but they are seeking new ways to reduce costs. The application of the computer-assisted mapping program and the implementation of growth models is aimed at maintaining their inventory in an updated manner and increasing the interval between inventories from 10 to 20 years.

During the tour, we presented slide shows on the British Columbia forest inventory and the national forest inventory. It was at these sessions that we were introduced to many of the working foresters and scientists. Our hosts found these presentations to be of great interest as evidenced by the many questions asked about our equipment and the processes involved.

The hospitality on the trip was excellent. Mr. Moroz and his staff, including those in the Enterprises, made a genuine effort to make us feel comfortable and to introduce us to the cultural features of each region. The opportunity to meet with scientists and operating personnel associated with the V/O Lesproekt organization was greatly appreciated by the authors.

L'inventaire forestier en URSS en 1982

Compte rendu de la visite
en Union Soviétique d'un groupe de spécialistes canadiens
de l'inventaire forestier

T.G. Honer, F. Hegyi et G.M. Bonnor

Gouvernement du Canada | Government of Canada
Service canadien des forêts | Canadian Forestry Service

Rapport technique de foresterie 34F

Canada

SERVICE CANADIEN DES FORÊTS
GOUVERNEMENT DU CANADA

Le Service canadien des forêts (SCF) réunit la majorité des spécialistes fédéraux en foresterie. Son objectif général est de promouvoir l'aménagement et l'utilisation judicieux des ressources forestières du Canada pour le plus grand bien économique, social et environnemental des Canadiens.

Voici les principales fonctions du SCF:

1. Coordonner les politiques fédérales afin de favoriser l'amélioration de la gestion des ressources et l'expansion de l'industrie forestière.
2. Fournir une orientation scientifique et technologique dans le domaine de la foresterie, par la recherche et le développement.
3. Fournir et analyser les statistiques et l'information nationales et internationales qui serviront à établir les politiques.
4. Mettre au point et homologuer des codes et des normes en matière de rendement des produits du bois.
5. Protéger les forêts canadiennes en luttant contre les ravageurs étrangers.
6. Parrainer l'utilisation éventuelle des ressources forestières pour la production d'énergie.
7. Adhérer aux objectifs environnementaux du Service canadien des forêts.

Divers organismes fédéraux participent aux programmes forestiers, et un comité de la stratégie forestière fédérale a été créé pour coordonner les activités fédérales en matière de foresterie. Le SCF a été désigné organisme directeur.

Le Service canadien des forêts comprend une administration centrale, six centres de recherches forestières et deux instituts nationaux. Les centres de recherches forestières doivent répondre aux impératifs régionaux et entretenir une liaison étroite avec les ministères provinciaux des Forêts. Ils participent également à des programmes nationaux dont ils assument fréquemment la direction. Les instituts nationaux sont les foyers des programmes d'envergure nationale.

L'inventaire forestier en URSS en 1982

Compte rendu de la visite en Union Soviétique d'un groupe de spécialistes canadiens de l'inventaire forestier

par

T.G. Honer[1], F. Hegyi[2] et G.M. Bonnor[3]

Rapport technique de foresterie 34F

Service canadien des forêts
Gouvernement du Canada
1985

1 Chef de la délégation; chef dendrométriste au Centre de recherche forestière du Pacifique, Service canadien des forêts, Victoria (Colombie-Britannique).
2 Directeur de l'inventaire au ministère des Forêts de la Colombie-Britannique, Victoria (Colombie-Britannique).
3 Gestionnaire du Programme de recherche et de développement à la Direction de la statistique forestière et des systèmes, Service canadien des forêts, Chalk River (Ontario).

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1985
N° de catalogue Fo64-34/1985F
ISBN 0-662-92938-1

Des exemplaires de cette publication peuvent être obtenus sans frais à l'adresse suivante:

Centre de distribution
Environnement Canada
Ottawa (Ontario)
K1A 1C7

This publication is available in English under the title *Forest Inventory in the USSR, 1982: A Report on the Visit of Canadian Forest Inventory Specialists to the Soviet Union.*

Résumé

Des renseignements sont donnés sur les ressources forestières de l'URSS, sur l'organisme chargé de l'exécution de l'inventaire forestier national et sur les méthodes d'exécution des inventaires régionaux. Sont aussi brièvement décrites les techniques de télédétection et d'informatique, tandis que sont présentés de nouveaux perfectionnements en cours d'essai. On évalue enfin le secteur de l'inventaire forestier de l'URSS.

Abstract

The forest resources of the USSR, the organization that conducts forest inventory, and the methods used in carrying out surveys of various intensities are documented. The remote sensing and computer methods are briefly described, and new developments currently in the testing stages are discussed. An evaluation of the forest inventory sector in the USSR is presented.

Remerciements

Nous remercions M. Jerry Holowacz, du Groupe d'information sur la foresterie internationale au Service canadien des forêts, qui a préparé la documentation pour la visite et qui a revu le manuscrit du présent document.

Table des matières

Page

Résumé ..... *iii*

Abstract ..... *iii*

Remerciements ..... *iv*

Introduction 1

Les ressources forestières de l'URSS 1
Classification des terres forestières 3
Tenure des terres forestières 3

Inventaire forestier et techniques sylvicoles 5
Historique 5
Le V/O Lesproekt 5
Inventaire forestier 8
Techniques sylvicoles et inventaire forestier 9
Inventaires forestiers des classes I et II 10
Inventaires forestiers des classes III et IV 11
Inventaires statistiques des forêts réservées 12
Photographie aérienne 14
Imagerie spatiale 14
Ordinateurs 14

Recherche dans le domaine de l'inventaire forestier 16
Service de recherche du V/O Lesproekt (Moscou) 16
Instituts de recherche et universités 17

Conclusions 18

Liste des figures

1. Classification des terres forestières à des fins administratives en URSS 4
2. Tenure des terres forestières en URSS 6
3. Fragment de plan d'aménagement 10

Liste des tableaux

1. Principales données forestières du Canada et de l'Union soviétique 2
2. Groupement des forêts selon les classes d'aménagement 5
3. Superficie entretenue annuellement par les entreprises 7
4. Structure de l'inventaire selon la classe d'aménagement 10
5. Travaux sylvicoles en URSS 13
6. Centres informatiques du V/O Lesproekt 15

Introduction

Par le biais du Groupe de travail Canada – URSS, placé sous les auspices de la Commission mixte Canada – URSS pour la coopération dans l'application industrielle de la science et de la technologie, le Canada et l'Union soviétique collaborent officiellement dans le domaine de la foresterie depuis 1971. En 1978, la Commission mixte approuvait la création d'un Groupe de travail distinct en foresterie, groupe dont la première réunion s'est tenue au Canada en 1979. Le protocole de coopération ratifié cette année-là, et renouvelé en 1981 à Moscou, prévoit des programmes de coopération dans les domaines suivants: l'inventaire forestier, la classification des terres forestières, la protection-incendie, la régénération et la répression des ravageurs forestiers. Il prévoit en outre l'échange de graines d'arbres, de publications, de renseignements scientifiques et techniques, de même que de spécialistes.

L'actuel président de la constituante canadienne du Groupe de travail est M. J.H. Cayford, directeur du Centre de recherche forestière des Grands lacs, au Service canadien des forêts. Le président de la constituante soviétique est M. P I. Moroz, chef du V/O Lesproekt[1] de Moscou.

Une délégation canadienne de spécialistes de l'inventaire forestier s'est rendue en Union soviétique du 20 juin au 3 juillet 1982 afin d'étudier le rôle, l'organisation et les techniques de l'inventaire forestier en URSS. Ils ont pu ainsi rencontrer directeurs, gestionnaires, membres du personnel de l'inventaire, universitaires et chercheurs et s'entretenir sur les pratiques et problèmes de l'heure ainsi que sur les nouveaux développements dans le domaine de l'inventaire forestier. Par la même occasion, ils ont pu visiter certains établissements de Moscou, de Leningrad et de Kiev ayant un rôle à jouer dans le cadre de l'inventaire, de la recherche en foresterie ou de la formation du personnel.

Le présent document est le compte rendu de cette visite extrêmement informative. Après l'étude des ressources forestières de l'URSS, le document décrit l'organisme chargé de l'inventaire forestier national et les méthodes d'exécution des inventaires régionaux. Il aborde ensuite brièvement les techniques de télédétection et d'informatique et présente enfin un aperçu des nouveaux développements actuellement en cours d'essai.

Notre hôte en Union soviétique a été M. Pavel Ivanovich Moroz, chef du V/O Lesproekt, assisté dans ce rôle de M. V.I. Agapov, chef de l'Entreprise d'inventaire forestier du Nord-Ouest (Leningrad), et de M. V.N. Poliakov, sous-chef de l'Entreprise d'inventaire forestier de l'Ukraine (Kiev). M^me^ Marina Nazarova, chef du Service d'information et de traduction du V/O Lesproekt, nous a servi d'interprète.

Les ressources forestières de l'URSS

Le patrimoine forestier de l'URSS est riche. Il surpasse celui de tous les autres grands pays forestiers du monde dont le Canada, le Brésil et les États-Unis. Il renferme plus de 22 % du bois du monde et au-delà de 50 % du volume mondial de bois de résineux.

La forêt recouvre plus du tiers du territoire de l'Union soviétique, mais la majeure partie des réserves forestières exploitables sont situées dans les régions relativement éloignées du pays. Le territoire situé approximativement au nord et à l'est de la zone délimitée par la ville de Leningrad et le sud du lac Baïkal comporte plus de 80 % des réserves de bois, mais seulement 20 % de la population soviétique.

L'URSS peut se vanter de posséder la plus grande coupe annuelle admissible (638,7 millions de mètres cubes) et le plus grand accroissement annuel moyen (890,7 millions de mètres cubes). Elle dispute aux États-Unis la première place en matière de récolte de bois et de production de bois de sciage, et occupe la deuxième place pour ce qui est du volume de bois exporté. Elle fait fortement concurrence aux États-Unis, au Canada, à la

[1] Association nationale de photographie aérienne, d'inventaire des ressources forestières et des techniques sylvicoles du Comité d'État de la foresterie de l'URSS (*Vsesoiuznoe aerofotolesoustroitel'noe ob'edinenie Gosudarstvennogo komiteta SSSR po lesnomu khoziaistvu*). Le terme «association» désigne ici un groupe intégré d'organismes régionaux chargés de l'inventaire des ressources forestières et dont le siège social est à Moscou.

Adresse: SSSR-URSS
MOSKVA - 117292
ul. Ivana Babushkina, 19/1
V/O Lesproekt

Tableau I. Principales données forestières du Canada et de l'Union soviétique

	Canada	URSS
Population (000 000)	24	270
Territoire (000 ha)	992 233	2 227 490
Terres forestières (000 ha)	436 400	1 257 300
Terres forestières productives (000 ha)	264 100	921 245
Terres forestières boisées productives (000 ha)	244 013	791 645
Superficie à reboiser* (000 ha)	22 686	129 600
Matériel sur pied (000 000 m^3)	23 046	84 166
Matériel sur pied moyen par hectare (m^3)	94,5	106,3
Proportion de bois de résineux (%)	79	82
Proportion de forêts à maturité et surannées (%)	60	67
Accroissement annuel moyen (AAM) [000 m^3]	425 482	890 700
AAM par hectare de terres forestières boisées (m^3)	1,7	1,1 (1,38)**
Coupe admissible (récolte principale), toutes les forêts† (000 m^3)	250 200	638 700
Récolte réelle principale en 1980 (000 m^3)	156 167	325 200
Pourcentage de l'utilisation de l'AAM en 1980	37	36,5
Pourcentage de l'utilisation de la coupe admissible en 1980	62	51
Volume annuel moyen des éclaircies (1976-1980) [000 m^3]	2 000	52 300
Superficie totale dans les plantations denses (000 ha)	–††	15 900*
Régénération annuelle moyenne (1976-1980) [000 ha]	2 127	2 391
Plantage et ensemencement uniquement (000 ha)	166	1 291
Effort annuel moyen de sylviculture et d'inventaire (1976-1980) [000 ha]	–††	46 900
Emplois en foresterie et dans l'industrie forestière en 1980 (000)	302	3 248
Emplois en foresterie uniquement (sylviculture, etc.)	11 000*	459 000
Écoles d'enseignement supérieur de foresterie et de génie forestier industriel	6	35
Nombre de diplômés en génie forestier industriel (par année)	–††	4 400*
Nombre de diplômés en génie forestier (par année)*	430	1 800
Écoles intermédiaires de génie forestier et de techniques forestières industrielles	13	Plus de 100
Nombre de diplômés en techniques forestières et techniques forestières industrielles (par année)*	800	14 000

*Estimation.

**Dans les forêts d'importance nationale qui constituent 92,1 % des terres forestières boisées du pays.

†À l'exclusion des coupes intermédiaires, par exemple les éclaircies.

††Données non disponibles.

Sources: Canada – Bonnor, G.M. 1982. *Inventaire des forêts du Canada 1981*. Service canadien des forêts, Environnement Canada, Chalk River (Ontario).
– Autres sources canadiennes officielles.

URSS – [Économie nationale de l'URSS 1922-1982, Annuaire statistique anniversaire]. 1982. Finansy i statistika, Moscou. (En russe.)
– Autres sources soviétiques officielles.

République fédérale d'Allemagne et au Japon pour ce qui est de la production des panneaux de fibres, des panneaux de particules et du contreplaqué.

Les opérations annuelles de régénération couvrent en URSS une superficie de plus de 2,4 millions d'hectares (1980), mais l'ensemble de l'effort sylvicole (régénération, soins culturaux, éclaircies, lutte contre l'érosion, création de rideaux-abris et travaux de drainage) porte sur une superficie de 3 millions d'hectares chaque année.

Il existe 15 écoles de techniques forestières et environ 25 facultés de foresterie rattachées à diverses universités et écoles supérieures d'agriculture. Environ 7 600 ingénieurs forestiers et ingénieurs spécialisés dans l'exploitation forestière et les pâtes et papiers sont diplômés chaque année. Plus d'une centaine d'écoles techniques forment des techniciens forestiers et des techniciens de l'exploitation de divers profils; ces écoles décernent quelque 17 000 diplômes chaque année.

L'URSS compte 14 établissements de recherche forestière appuyés par un réseau d'environ 60 stations de recherche permanentes semi-autonomes. Ces établissements embauchent plus de 4 000 chercheurs et adjoints. Par ailleurs, les instituts de recherche en foresterie industrielle, les écoles de techniques forestières et les facultés de foresterie font également de la recherche en foresterie.

L'ensemble de l'activité forestière soviétique, c'est-à-dire la foresterie et l'industrie forestière, fournit de l'emploi à 3 248 000 travailleurs; dans les seuls domaines de l'aménagement et de la protection des forêts, l'Union soviétique compte 458 000 travailleurs.

La superficie totale des terres forestières de l'URSS est 2,2 fois plus grande que celle du Canada; la superficie des terres forestières boisées est presque 4 fois plus grande et celle des terres forestières exploitables, 2,8 fois plus grande. Le volume de bois total de l'Union soviétique est plus de 4 fois plus grand que celui du Canada, et le volume de résineux est tout aussi supérieur. Le Canada et l'URSS possèdent presque 70 % des ressources forestières boréales et subboréales du monde, et ont à faire face à des problèmes d'aménagement similaires. Le tableau 1 présente une comparaison des principales données forestières du Canada et de l'Union soviétique.

Classification des terres forestières

Les terres forestières de l'Union soviétique comprennent toutes les terres administrées par les autorités forestières ainsi que par les autres organismes gouvernementaux. Dans la documentation soviétique, ces terres sont fréquemment désignées sous l'appellation «terres forestières générales» ou encore «fonds des terres forestières». Elles constituent plus précisément deux grandes catégories. Les terres forestières proprement dites et les terres non forestières. Les terres forestières se subdivisent en terres forestières boisées et non boisées.

Les terres forestières boisées sont définies comme étant des terres portant des peuplements forestiers naturels ou artificiels avec un couvert minimal de 40 % dans le cas des peuplements jeunes, et de 30 % dans le cas des peuplements à maturité. Les terres ayant subi une coupe récente sont exclues de cette catégorie.

Les terres forestières non boisées sont des terres pouvant produire du bois, mais qui ne portent pas de couvert forestier minimal. À cette classe appartiennent les terres ayant fait l'objet d'une coupe récente ou ancienne, les terres destinées à recevoir une coupe rase dans les deux prochaines années, les peuplements incendiés ou ravagés par des insectes ou des maladies, les peuplements détruits par une inondation et toute autre terre propice à l'exploitation forestière qui ne porte pas de peuplement forestier.

Les terres non forestières sont celles qui ne peuvent pas produire un peuplement forestier marchand. Elles sont généralement entourées de terres forestières, mais ne conviennent pas à l'exploitation, soit pour des raisons physiques ou économiques. Appartiennent à cette catégorie les terres agricoles, les pâturages, les marécages, les talus, les flancs de collines abruptes, les affleurements rocheux, les sables mouvants, les emprises routières, les terrains bâtis, etc.

La figure 1 montre le système de classification des terres forestières qu'emploie actuellement l'URSS.

Tenure des terres forestières

Le Comité d'État de la foresterie administre environ 95 % des ressources forestières de l'URSS.

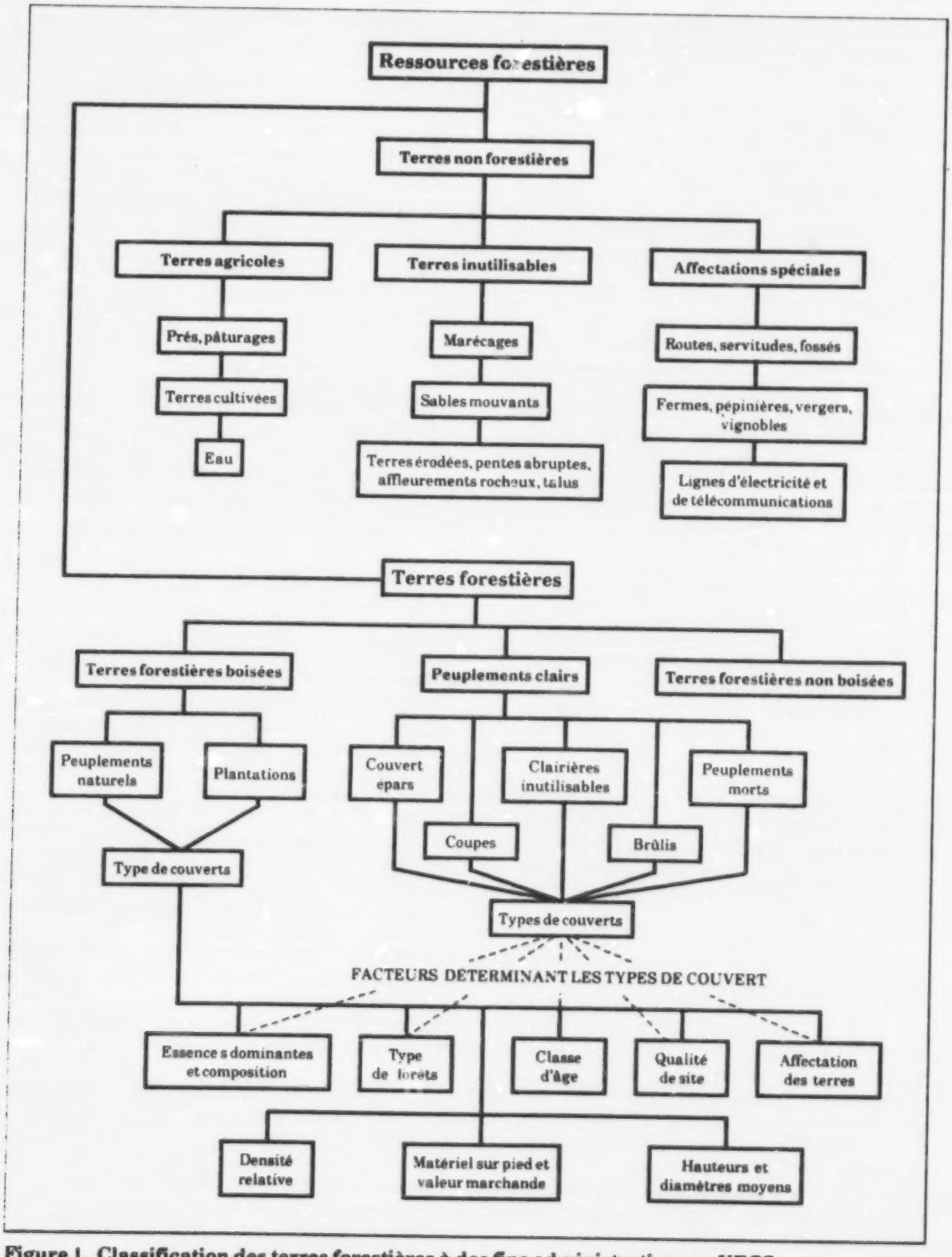

Figure 1. Classification des terres forestières à des fins administratives en URSS.

Le reste est constitué de terres dont la tenure est confiée à des fermes collectives ainsi qu'à divers ministères et organismes.

Les forêts exploitables comptent pour 73 % de l'ensemble des ressources forestières. La figure 2 montre la distribution de ces ressources en fonction du type de tenure.

Les forêts sont également classées en trois groupes selon les classes d'intensité d'aménagement, comme on peut le voir au tableau 2.

Tableau 2. Groupement des forêts selon les classes d'intensité d'aménagement en URSS

Groupe I	Seules les coupes sanitaires sont permises.
Groupe II	La récolte ne doit pas dépasser l'accroissement annuel moyen.
Groupe III	Forêts industrielles où la récolte peut dépasser régulièrement la coupe annuelle admissible dans une région donnée, pour un nombre limité d'années.

Inventaire forestier et techniques sylvicoles

Historique

En Union soviétique, on a toujours estimé que l'inventaire des ressources forestières était partie intégrale de l'ensemble des techniques sylvicoles. La plupart des professionnels soviétiques utilisent indifféremment les expressions «inventaire forestier» et «techniques sylvicoles», bien qu'en réalité l'inventaire forestier ne soit qu'une partie d'une discipline beaucoup plus vaste que constituent les techniques sylvicoles.

Les principes directeurs des techniques sylvicoles ont été formulés en 1924 et demeurent encore aujourd'hui les principaux facteurs administratifs déterminant les coupes dans les forêts d'importance locale. Il avait été prévu d'intégrer les forêts industrielles des régions éloignées dans le plan national d'ensemble, mais ces forêts n'ont pas été l'objet de techniques sylvicoles dans le sens classique. La coupe annuelle était déterminée en fonction des besoins de l'économie nationale. Dans les années qui ont suivi la Révolution de 1917, la livraison de bois d'œuvre au marché et aux chantiers de construction étant d'importance capitale, les techniques sylvicoles n'ont souvent joué qu'un rôle secondaire. Ce n'est qu'après la Seconde Guerre mondiale que des ressources substantielles ont été consacrées à l'intensification de l'effort national dans le domaine des techniques sylvicoles et de l'inventaire forestier.

Le V/O Lesproekt

L'URSS s'est doté en 1947 d'un organisme unique de mise en œuvre des techniques sylvicoles, le V/O Lesproekt. Le rôle de ce nouvel organisme était de *mettre en œuvre des techniques sylvicoles uniformes, scientifiques et méthodologiques dans toutes les forêts du pays de manière conforme à la politique économique globale du pays, peu importe la tenure des terres.*

Le V/O Lesproekt relève du Comité d'État de la foresterie qui est le maître général des forêts. Depuis sa création en 1947, le V/O Lesproekt a vu son rôle s'accroître considérablement. Ses fonctions régulières peuvent être résumées comme suit:

- Organiser le territoire forestier dans le temps et dans l'espace et exécuter l'inventaire de toutes les terres forestières, avec tenue d'une base de données.
- Déterminer le matériel sur pied et les coupes admissibles par région et par essence.
- Planifier les ressources en fonction des besoins futurs, c'est-à-dire les terres forestières, les parcs, les réserves naturelles, les zones de chasse et les zones d'exploitation industrielle.
- Déterminer l'importance et l'étendue des dommages causés par les insectes et les maladies.
- Produire des cartes d'inventaire forestier et d'aménagement avec statistiques à l'appui.
- Faire de la recherche et du développement dans le domaine de l'inventaire forestier et des techniques sylvicoles: classification, échantillonnage, télédétection, dendrométrie, estimation de la croissance et détermination des coupes admissibles.
- Exécuter des fonctions administratives, y compris la planification, le budget, les normes techniques et méthodologiques pour appareil central ainsi que pour les bureaux régionaux et locaux.

Le V/O Lesproekt se compose de 19 entreprises, l'entreprise étant synonyme de bureau

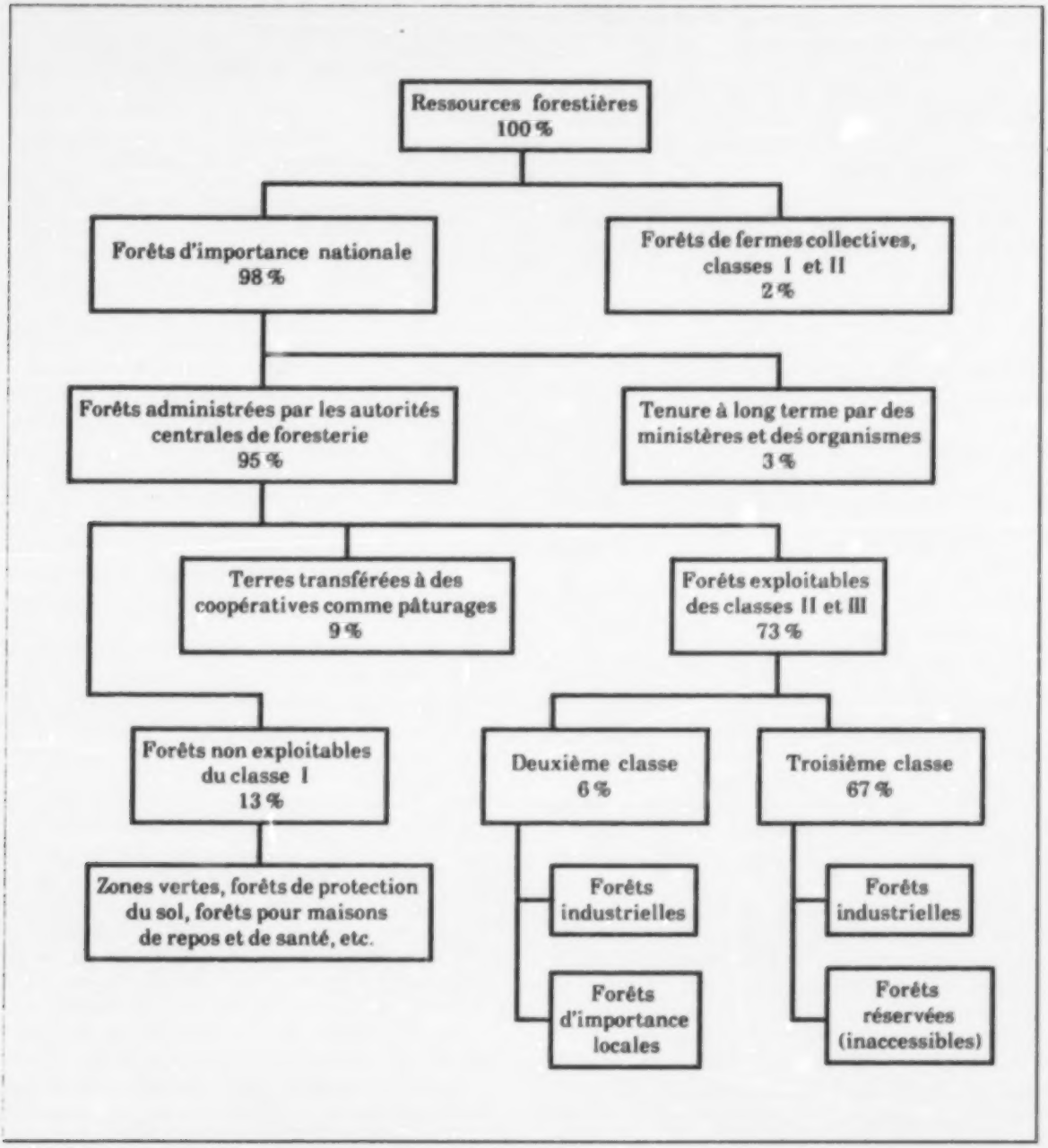

Figure 2. Tenure des terres forestières en URSS.

régional. Neuf des entreprises sont situées dans les limites de la République socialiste fédérative soviétique de Russie (RSFSR) où se trouvent 95 % des terres forestières boisées de la nation. Les 10 autres bureaux régionaux sont situés dans les républiques de l'Union qui possèdent des ressources forestières d'importance économique.

Chacun des bureaux régionaux est spécialisé. Ainsi, le bureau de Moscou se spécialise en télédétection, et celui de Leningrad dans les domaines des levés par photographie aérienne et de l'inventaire des forêts réservées et éloignées du Nord. L'Entreprise d'inventaire forestier de l'Ukraine met l'accent sur les inventaires intensifs dans les forêts protégées et les zones vertes; elle est également chargée des systèmes de gestion de la base de données.

Les entreprises font des travaux appliqués, mais se chargent également de la recherche nécessaire à ces travaux. Il existe également dans les régions des instituts de recherche qui se concentrent sur les problèmes forestiers régionaux.

La superficie entretenue annuellement par chacune des entreprises diffère beaucoup comme on peut le constater dans le tableau 3.

Tableau 3. Superficie entretenue annuellement par les entreprises

Nombre d'entreprises		Superficie entretenue annuellement (en millions d'hectares)
5		6
5		3 à 6
6		Environ 3
3		Moins de 1
Total	19	16

Les 19 entreprises sont subdivisées en 60 «groupes expéditionnaires» et sont implantées dans 40 villes différentes de l'URSS. Chaque groupe expéditionnaire peut compter 5 à 15 équipes d'entretien sylvicole comprenant chacune 2 à 5 forestiers diplômés et 1 à 5 techniciens.

Le V/O Lesproekt emploie environ 11 000 personnes, dont 9 000 sont des ingénieurs et du personnel technique, dont 40 % de femmes. Les autres employés sont du personnel occasionnel ou auxiliaire. Le personnel de chacune des entreprises se compose d'ingénieurs, de pédologues, de mathématiciens, d'informaticiens, de forestiers et d'autres personnels scientifiques et techniques associés au secteur des ressources.

Le V/O Lesproekt reçoit ses objectifs périodiques du Comité d'État de la foresterie, puis les délègue à ses diverses entreprises. Les régions doivent veiller à atteindre ces objectifs et à organiser leur recherche et leurs travaux appliqués en conséquence.

L'Entreprise d'inventaire forestier du Nord-Ouest, de Leningrad, est l'une des plus vieilles du V/O Lesproekt; contrairement à ce que suggère son nom, son mandat est extrêmement large. L'Entreprise compte approximativement 1 100 employés dont 700 sont des ingénieurs et le reste des techniciens et du personnel de soutien œuvrant dans les services d'informatique, des finances et de cartographie. L'Entreprise compte six directions; quatre s'occupent d'aménagement de la forêt, une des méthodes aérospatiales et la dernière des parcs et des zones vertes. Chacune des directions se subdivise en divisions ou en sous-groupes qui se chargent de la protection forestière, des inventaires forestiers et d'autres grandes applications. Chaque groupe se compose de 10 à 12 sous-groupes ou équipes d'aménagement forestier, le chef d'un sous-groupe étant responsable des projets.

L'Entreprise du Nord-Ouest est totalement indépendante du V/O Lesproekt de Moscou. Elle produit elle-même tous ses travaux cartographiques, publie ses résultats et détermine les statistiques relatives à la récolte et au volume de bois. En fait, elle fait toutes les opérations de la région. L'Entreprise compte aussi une section de photographie aérienne qui confie ses travaux à Aeroflot, la ligne aérienne nationale. Chaque année, environ 10 millions d'hectares sont ainsi photographiés dans diverses parties du pays. L'Entreprise du Nord-Ouest est aussi chargée d'exécuter des travaux de photographie aérienne pour plusieurs autres entreprises et possède à cette fin une photothèque.

L'Entreprise fait chaque année l'inventaire d'environ huit à neuf millions d'hectares au niveau III, dans sa propre région et dans toute l'URSS. Elle fait également l'inventaire des 160 000 ha de la ceinture verte de Leningrad.

À Kiev, l'Entreprise d'inventaire forestier de l'Ukraine relève du V/O Lesproekt de Moscou, mais elle a conclu des ententes avec le ministère des Forêts de l'Ukraine et le ministère de l'Industrie forestière pour l'exécution de travaux d'inventaire forestier et de sylviculture. Ces derniers financent l'Entreprise pour qu'elle puisse mener des inventaires régionaux annuellement.

Les travaux annuels de l'Entreprise d'Ukraine peuvent se résumer comme suit:

- Planifier l'aménagement forestier de 2,5 millions d'hectares, y compris deux millions d'hectares de forêts de l'État, 200 000 ha de forêts de fermes collectives et 300 000 ha appartenant à divers autres ministères et organismes.
- Classifier annuellement les sols forestiers sur une superficie de 150 000 ha.
- Planifier l'aménagement forestier et les activités de chasse sur une superficie de 600 000 à 700 000 ha.
- Délimiter annuellement les aires de produits forestiers secondaires, comme les champignons, sur environ 1,5 million d'hectares.
- Préparer annuellement des plans généraux d'aménagement forestier sur une superficie d'environ 1 million d'hectares.
- Inspecter annuellement cinq à neuf unités d'aménagement forestier.

Ces travaux coûtent environ 4 millions de roubles par année (6,4 millions de dollars canadiens).

Dans le secteur de la planification, l'Entreprise élabore chaque année une cinquantaine de plans à l'intention des services d'aménagement forestier. Des projets semblables, au nombre de 700 par année environ, sont mis au point pour les fermes collectives, sans compter une vingtaine d'autres projets de diverses natures. En outre, elle réalise annuellement environ 25 cartes pour les services de la chasse; 10 à 15 projets de levés des sols, de même que 2 ou 3 grands projets généraux à l'intention des régions et des républiques. Les travaux sont effectués par une cinquantaine d'équipes de 450 personnes.

L'Entreprise de l'Ukraine embauche 900 employés à plein temps et fait appel à 50 à 100 employés occasionnels pendant la saison des travaux sur le terrain. Elle est dirigée par un chef et trois sous-chefs chargés respectivement du Génie, des Approvisionnements et Services et de l'Exploitation. Le chef est aussi chargé des finances et du personnel ainsi que des garderies qui accueillent 150 enfants.

Inventaire forestier

L'inventaire forestier est centré sur le bois d'œuvre et sur la quantification des terres forestières en vue de ce type d'exploitation. Il se fait aujourd'hui sur un cycle de 10 ans, mais le V/O Lesproekt désire mettre sur pied un processus de mise à jour annuel informatisé utilisant divers modèles de rendement. Une fois cette transformation réalisée, on concentrerait l'inventaire sur les régions perturbées ou sur les régions qui feront bientôt l'objet d'une récolte, en se contentant de mettre à jour les données sur les forêts non perturbées à l'aide de divers modèles déjà disponibles. Le V/O Lesproekt espère pouvoir de cette façon adopter un programme systématique d'inventaire forestier étalé sur un cycle d'une vingtaine d'années.

Les problèmes attribuables à des ravageurs sont systématiquement identifiés au cours des inventaires forestiers. Quand le problème est sérieux, l'Institut d'étude des ravageurs de Moscou prend la relève. Cet établissement est une direction spécialisée du V/O Lesproekt qui mesure les pertes attribuables aux divers ravageurs forestiers.

Les résultats de l'inventaire sont établis par ordinateur et regroupés dans des cartables pour chaque bloc et pour chacune des régions d'aménagement. Des cartes couleurs indiquant la composition et l'état de la forêt pour des blocs donnés sont également dressées. L'inventaire nous a semblé très bien organisé, produisant une bonne documentation à toutes les étapes du processus.

L'inventaire forestier a pour but premier de produire des chiffres précis sur le volume marchand mais, en Union soviétique, on augmente rapidement l'utilisation de l'ensemble de l'arbre (cime, fût et racines) et des arbres de toutes tailles.

Environ 60 % de la production totale de bois de l'Ukraine provient d'éclaircies de plantations, c'est-à-dire environ 6 millions de mètres cubes sur une récolte annuelle totale de 10 millions.

La matière ligneuse provenant des éclaircies se répartit en quatre classes. Les arbres dont le diamètre à hauteur de poitrine est inférieur à 20 cm servent à la fabrication de panneaux de particules. Les petites branches et les aiguilles sont transformées en «muka», c'est-à-dire une farine de feuillage servant d'appoint alimentaire pour le bétail. Les arbres dont le diamètre à hauteur de poitrine est supérieur à 20 cm servent à la production de bois d'œuvre, de poteaux et de pieux. Enfin, on tire des produits chimiques, comme la térébenthine, des souches et des racines.

L'aménagement forestier dans ces régions peuplées est très intensif et l'utilisation du matériel des arbres atteint presque 100 %. Une présentation du pavillon de la foresterie, à l'Exposition des réalisations économiques de Moscou, montrait d'ailleurs que l'utilisation des souches et des racines ainsi que du matériel provenant des éclaircies augmente à un rythme rapide. Tout particulièrement, on y indiquait que la production de panneaux de particules a plus que doublé au cours des cinq dernières années. D'autres tableaux montraient comment les terres forestières du pays en sont affectées.

Nous avons discuté avec divers responsables de l'inventaire de la nécessité éventuelle d'une base de données sur la biomasse. Il semble que des membres du Comité d'État de la foresterie souhaiteraient disposer de données sur la biomasse forestière. Cependant le V/O Lesproekt ne s'est pas attaqué sérieusement à ce problème et il n'existe donc pas, à l'heure actuelle, de données à jour sur la biomasse forestière.

Le V/O Lesproekt est aussi chargé du lancement d'études et de recherches sur les problèmes d'inventaire forestier. Le chef du V/O Lesproekt préside la Commission scientifique et la Commission technique qui supervisent toutes les études professionnelles et scientifiques menées au sein de l'Association. La Commisssion scientifique a approuvé environ 300 projets de recherche menés actuellement par les diverses entreprises. Chaque année, une équipe technique évalue vraisemblablement une vingtaine de ces projets. Lorsqu'ils sont terminés et qu'il est possible de les intégrer à titre d'essai aux opérations ordinaires, les projets sont revus par la Commission technique qui évalue leur importance et en approuve l'exécution le cas échéant. Comme il préside les deux commissions, c'est le chef du V/O Lesproekt qui est l'ultime responsable de tous les projets.

Techniques sylvicoles et inventaire forestier

En Union soviétique, les techniques sylvicoles regroupent une foule d'activités: inventaire forestier, détermination des coupes admissibles, planification des récoltes, des parcs, des réserves naturelles et des zones de chasse, évaluation des dommages et enfin recherche à l'appui de la fonction opérationnelle. L'inventaire forestier, qui n'est donc que l'un des segments de l'ensemble du processus, permet d'obtenir les renseignements essentiels dont dépendent toutes les autres décisions.

L'emploi des techniques sylvicoles se fait en fonction de cinq classes d'aménagement (tableau 4). L'inventaire forestier est plus ou moins poussé dans une région donnée selon l'intensité de l'aménagement de cette région. L'inventaire le plus détaillé est réservé aux classes I et II, celles qui font l'objet des travaux d'aménagement intensifs. C'est le cas par exemple des ceintures vertes entourant les villes, et des forêts tenues par les fermes collectives et d'autres organismes. Les forêts réservées et les terres forestières qui ne seront pas exploitées avant de nombreuses années appartiennent à la classe IV, et on y fait un inventaire de reconnaissance où les peuplements sont identifiés sans grandes précisions. Enfin, la majeure partie des surfaces inventoriées appartiennent habituellement à la classe III. Il s'agit des forêts industrielles du nord de l'Europe soviétique, de l'Oural et de substantielles portions de la Sibérie et de l'Extrême-Orient soviétique.

Pour appliquer des techniques sylvicoles et aménager une région, il faut d'abord délimiter des unités d'aménagement et dresser les cartes de base appropriées. Au sein des régions habitées, les limites des unités d'aménagement sont habituellement arpentées, mais dans les régions éloignées il suffit de les définir à l'aide d'éléments géographiques manifestes, tels les lacs, les cours d'eau et les routes.

Chacune des unités d'aménagement est subdivisée en blocs. On dresse une carte de chacun des blocs, l'échelle de la carte étant déterminée par la classe d'aménagement. Pour les classes I et II, la superficie du bloc est d'environ 2 000 ha, pour la

Tableau 4. Structure de l'inventaire selon la classe d'aménagement

Classe d'aménagement	Parcelle ordinaire (km)	Superficie (ha)	Distance entre les lignes d'inventaire* (m)	Superficie approximative du couvert moyen (ha)	Longueur des lignes d'inventaire par 1 000 ha** (km)	Échelle des photos	Échelle prescrite
Ia	0,5 x 0,5	25	500	1 - 2	78	1:5000	1:500 - 1:10000
I	1,0 x 0,5	50	500	3 - 5	60	1:10000	1:10000
	1,0 x 1,0	100	500	3 - 5	60	1:15000	1:10000
II	1,0 x 1,0	100	500	6 - 15	45	1:10000	1:10000
	2,0 x 1,0	200	500	6 - 15	35	1:20000	1:10000
III	2,0 x 2,0	400	1000	16 - 35	17	1:15000	1:25000
	4,0 x 2,0	800	1000	16 - 35	14	1:20000	1:25000
IV	4,0 x 4,0	1600	2000	36 - 80	8	1:20000	1:50000
	8,0 x 2,0	1600	2000	36 - 80	7		1:50000

* La limite débroussaillée entre deux parcelles peut servir de ligne d'inventaire. Lorsqu'il n'existe pas de photographie aérienne, la distance entre les lignes d'inventaire est réduite pour chaque classe d'aménagement et devient 125 m pour la classe Ia, 125 m pour la classe II, 500 m pour la classe III et 1 000 m pour la classe IV.

** La longueur des lignes d'inventaire par 1 000 ha augmente pour chaque classe d'aménagement lorsque l'inventaire se fait sans l'aide de photographie aérienne: classe Ia, 100 km; classe I, 90 km; classe II, 45 à 50 km; classe III, 23 à 25 km; et classe IV, 11 à 13 km.

classe III, elle est de 12 500 ha, et pour la classe IV, de 50 000 ha.

Chacun des blocs est subdivisé en parcelles. Un bloc ordinaire se compose habituellement de 16 parcelles, la superficie de chacune dépendant naturellement de la classe d'aménagement. Par exemple, elle est de 25 ha pour la classe Ia, de 50 ha pour la classe I, etc. La figure 3 montre un fragment d'unité d'aménagement sur lequel sont indiqués les blocs et les parcelles.

La parcelle est l'unité d'aménagement forestier la plus fondamentale, tandis que les types de couverts sont les unités sylvicoles les plus petites.

Inventaires forestiers des classes I et II

L'Entreprise d'inventaire forestier de l'Ukraine se spécialise dans l'aménagement forestier et les techniques sylvicoles des classes d'aménagement I et II. Elle réalise la photographie aérienne, les travaux sur le terrain, la compilation des données et l'élaboration des plans d'aménagement. La réalisation complète de l'inventaire, depuis l'interprétation des photographies aériennes jusqu'à l'élaboration d'un plan d'aménagement, prend habituellement jusqu'à deux ans. La région est visitée par un groupe d'aménageurs forestiers un an avant le début du projet. Les aménageurs évaluent les limites projetées de l'unité d'aménagement, sa subdivision en groupes (forêts de ceinture verte ou d'exploitation) et en parcelles, l'établissement des sys-

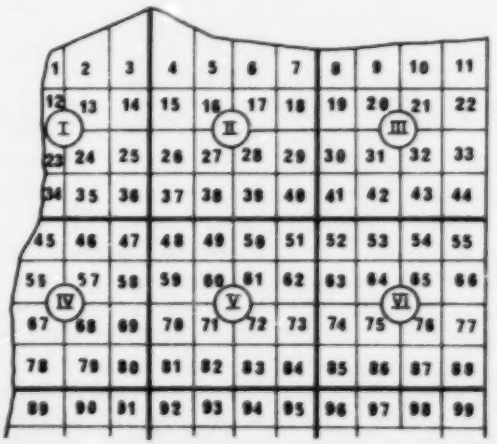

Figure 3. Fragment de plan d'aménagement. Les chiffres romains sont ceux des blocs et les chiffres arabes, ceux des parcelles. Les lignes en gras indiquent les limites des blocs. Les lignes d'inventaire peuvent coïncider avec les limites des blocs et des parcelles.

tèmes de numérotation, la délimitation des peuplements à des fins dendrométriques et le repérage des coins des parcelles sur le terrain même. Toute l'information existante sur l'unité d'aménagement est repérée et de nombreuses cartes de travail sont réalisées au crayon. On établit ensuite des placettes échantillons qui servent à l'entraînement. Tous les renseignements ainsi recueillis permettent d'établir les priorités et de planifier les opérations de mesure sur le terrain de l'année suivante.

Au cours de cette étape préliminaire, on situe les blocs et les parcelles. Des cartes préliminaires sont établies à l'échelle 1/10 000 et les limites des parcelles sont tracées sur les photographies et les cartes. Aucun travail préalable de composition n'est cependant fait à cette étape. Une liste de travaux à effectuer est préparée et présentée à l'entrepreneur qui peut être le ministère de la Foresterie ou le ministère de l'Industrie forestière de l'Ukraine.

Les opérations sur le terrain sont menées entre mai et octobre. Une période d'entraînement est prévue sur les placettes échantillons établies antérieurement. Les équipes font l'expérience pratique des techniques de mesures et d'estimation sur ces placettes. Les limites des blocs et des parcelles sont repérées et débroussaillées par les techniciens: les ingénieurs forestiers parcourent ensuite ces limites et établissent la technique de mesure pour la détermination du volume. Ils formulent aussi des recommandations préliminaires et établissent les placettes échantillons qui serviront à déterminer les éclaircies, la régénération naturelle et l'évaluation des arbres plantés. Enfin, on attribue à l'unité une classe d'aménagement. Selon la classe attribuée, la superficie des parcelles varie entre 25 et 200 ha.

L'exécution du travail se fait à la fois par estimation visuelle et par échantillonnage sur le terrain. Des mesures sont prises dans des forêts à maturité et on prélève, dans un peuplement ou parcelle sur quatre, des échantillons au relascope, puis on remplit des cartes de pointage. Dans les forêts boréales, on a recours à l'inspection visuelle et à l'interprétation. Le pointage des placettes est réalisé et, dans les régions non productrices de bois, les estimations visuelles sont complétées par des estimations quantitatives des plantes à baies, des arbres, etc., pour chacune des parcelles. La couverture est exprimée en classe de 10 % et les buissons sont estimés par le nombre d'individus (20, 40 ou 60). Pour ces produits non forestiers, on évalue les volumes; on fixe la quantité pouvant être récoltée à la moitié du rendement biologique. Ces volumes sont déterminés par régions, puis exprimés par hectare.

Le travail de bureau inclut la préparation de cartes (échelle 1/10 000) pour les forêts, la faune, les levés pédologiques et les matériaux géologiques ainsi que le traitement des cartes de pointage à l'ordinateur et la compilation des tables sur la récolte et la régénération forestière. On établit ensuite le type d'aménagement en collaboration avec les organismes concernés. Cette collaboration englobe la participation du public pour ce qui est de l'aménagement de l'habitat naturel et toute objection aux plans projetés peut être portée à l'attention du Comité d'État de la foresterie.

Une fois approuvé, le plan devient le principal outil d'aménagement forestier du bloc et des parcelles pour les 10 années suivantes. Une inspection est toutefois faite après cinq ans et le plan peut être modifié au besoin.

Inventaires forestiers des classes III et IV

Pour les inventaires des classes III et IV, on adopte des méthodes d'échantillonnage systématiques et on collecte des données le long de limites des parcelle et lignes d'inventaire désignées. Seuls les couverts où existent des arbres à maturité et surannés sont visités. Les peuplements juvéniles ne sont décrits que s'ils sont traversés par une ligne d'inventaire. Toutes les autres données sur les peuplements situés entre les lignes d'inventaire sont obtenues par photographies aériennes ou par survols au moyen d'un hélicoptère ou d'un petit avion.

Il faut habituellement deux ans pour mener un inventaire. Au cours du premier été, on collecte des données sur les types forestiers et on établit et débroussaille au besoin les limites des parcelles. Pendant l'hiver, on interprète méticuleusement les photos couleurs (échelle 1/15 000) et on prépare des cartes préliminaires. Au cours du deuxième été, on parcourt les limites des parcelles, les routes et les lignes d'inventaire dans le but de compléter les renseignements obtenus par photo-interprétation. Les autres caractéristiques des peuplements sont déterminées par corrélation de facteurs connus avec les caractéristiques observées sur les

photographies aériennes. Pour chaque peuplement, on établit une carte de pointage décrivant tous les paramètres.

Bien que ce soit l'intensité de l'aménagement qui détermine le déroulement d'un inventaire, on ne néglige pas pour autant le raffinement des méthodes. Ainsi on modifie périodiquement les méthodes utilisées pour chaque classe d'aménagement en fonction des nouveaux perfectionnements scientifiques et technologiques. Parmi les plus remarquables, on peut signaler la photographie aérienne, le relascope Bitterlich et la photographie spatiale.

Inventaires statistiques des forêts réservées

Le V/O Lesproekt s'est toujours vivement intéressé à l'application des méthodes statistiques aux problèmes d'inventaire forestier et a fait mettre au point des méthodes spéciales adaptées aux forêts réservées du Nord qui sont éloignées et difficiles d'accès.

L'Entreprise d'inventaire forestier du Nord-Ouest, dont le siège est à Leningrad, est chargée d'inventorier bon nombre des terres réservées (forestières et non forestières) de l'Union soviétique dont la superficie s'élève approximativement à 600 millions d'hectares dans la partie septentrionale du pays. Ces terres sont étudiées à l'aide de techniques de photographie aérienne et de plans d'échantillonnage statistique. Depuis 1978, 30 millions d'hectares ont été inventoriés, le rythme annuel étant maintenant de 8 à 9 millions d'hectares environ.

Les unités d'aménagement forestier utilisées pour cet inventaire ont une superficie de 10 à 16 millions d'hectares. Les caractéristiques importantes de la méthode sont les suivantes:

- On prend des photographies aériennes de l'unité d'aménagement forestier à une échelle se situant entre 1/60 000 et 1/100 000, selon la complexité de la forêt.
- Pour les forêts très homogènes, on a recours aux photographies spatiales multibandes plutôt qu'aux photographies aériennes.
- On détermine les terres non forestières et les plans d'eau. Par photo-interprétation, les peuplements sont délimités, classifiés et décrits. Les forêts sont stratifiées en fonction des essences dont elles se composent, de la hauteur des arbres, de la densité du couvert et d'autres paramètres comme la classe d'âge.
- Le nombre total de strates d'une unité d'aménagement se situe entre 6 et 15.
- À l'aide de formules à probabilité égale, on calcule le nombre de placettes photographiques à établir dans chacune des strates.
- Les placettes à photographier sont distribuées systématiquement dans les strates, de manière à optimiser la photographie. Il y a six ou sept placettes par ligne de vol. Les photographies aériennes sont prises à l'échelle de 1/5 000 dans les régions planes et à l'échelle de 1/10 000 dans les régions montagneuses. Les photographies sont de format 30 cm sur 30. Les centres des photographies sont reportés sur des photographies à échelle moyenne. La distance entre les placettes photographiques est de 700 à 1 200 m environ. On utilise une pellicule couleurs combinant la sensibilité au rouge et à l'infrarouge pour couvrir entièrement la bande de 600 à 840 nm. Les images sont projetées sur du papier photographique en trois couches qui est d'une sensibilité beaucoup plus grande que celle du papier en deux couches. Chacune des unités d'aménagement forestier d'une superficie d'environ 10 millions d'hectares compte quelque 5 000 à 6 000 placettes photographiques distribuées de cette manière.
- On procède ensuite à l'interprétation photographique. Pour chaque placette, d'une superficie d'environ 1 ha, on détermine un certain nombre de caractéristiques des divers peuplements, comme la densité du couvert pour exprimer la densité de peuplement, et la hauteur des arbres afin d'estimer le volume d'un peuplement normal (c'est-à-dire un peuplement dont la densité du couvert se situe entre 80 et 85 %). Les calculs de volume sont basés sur des mesures de la hauteur des arbres et du diamètre de la cime. Dans le cas des forêts normales, les volumes sont déterminés à partir de tables de corrélation d'inventaire, la densité du couvert servant à ajuster les estimations normales en fonction de l'état réel de la forêt. Un photo-interprète peut de cette façon traiter entre 12 et 15 placettes par jour.
- Pour le dixième des placettes photographiques à grande échelle, on fait des échantillons au sol sur des placettes de mêmes dimensions, c'est-à-dire 1 ha.
- On peut ainsi, dans une unité d'aménagement forestier, estimer le volume total des forêts à maturité et surannées à 2 % près, avec un niveau de confiance de 95 %.

Tableau 5. Travaux sylvicoles en URSS

Année	Superficie étudiée et aménagée partiellement au sol et par techniques aériennes* (000 000 ha)	Proportion de l'ensemble (%)	Superficie aménagée pour la 1re ou la 2e fois** (000 000 ha)	Superficie aménagée (%)
1940	480,0	48	130,0	13
1950	567,8	53	191,8	18
1956	1104,5	98	237,4	21
1961	1237,5	100	393,0	32
1966	1233,4	100	441,9	36
1973	1229,6	100	544,6	44
1978	1257,3†	100	611,0	49
1979	1257,3†	100	658,1	52
1980	1257,3†	100	704,9	56
Plan 1981–1985	1257,3†	100	940,2	75

* Données essentiellement obtenues de photographies aériennes composées complétées par des renseignements obtenus par suite de vols d'inventaire ou de reconnaissance visuelle à l'aide d'aéronefs à voilure fixe et à voilure tournante.

** En 1980, la superficie du territoire travaillé (et inventorié) pour la deuxième fois au sol par photographie aérienne ou spatiale était de 232,5 millions d'hectares, soit 18,5 % de toutes les terres forestières.

† 1 275 millions d'hectares, selon d'autres sources. Ce chiffre comprend les terres forestières boisées, les terres forestières non boisées mais aptes à l'être et les terres non forestières.

- On utilise souvent l'hélicoptère pour visiter les placettes sur le terrain. On mesure alors le diamètre à hauteur de poitrine (dhp) de certains arbres, en précisant leur essence. On mesure de plus la hauteur de 15 à 20 arbres et on en abat 8 à 10 pour déterminer l'âge à la souche.
- À partir de ces mesures fondamentales faites sur le terrain, on calcule le volume de la placette par classes de dhp de 2 cm, si le dhp moyen du peuplement est inférieur à 16 cm. S'il est supérieur, on se sert de classes de 4 cm. Pour chacune des classes, on détermine le nombre d'arbres par hectare, et on obtient à partir de ce nombre le volume de bois par hectare. On classe aussi les arbres par qualité, selon qu'ils peuvent servir de bois combustible, qu'ils sont partiellement marchands, pleinement marchands ou morts. L'arbre pleinement marchand doit mesurer au moins 6 m de hauteur. L'arbre entier est classé dans l'une de ces trois classes, selon sa partie marchande.
- Si le volume établi à partir du sol correspond à 10 % du volume établi par photographie aérienne, on ne corrige pas les estimations par photo-interprétation. Si ce n'est pas le cas, on procède toutefois à une nouvelle interprétation des photographies. On ne se sert pas de la technique de régression par double échantillonnage. On utilise uniquement les données tirées des photographies pour calculer les volumes et les autres paramètres.

Pour chacune des unités d'aménagement forestier des forêts réservées, le V/O Lesproekt de Moscou reçoit les données suivantes:

- Une carte de la forêt à échelle de 1/100 000 basée sur des photographies à petite et moyenne échelle.
- Pour chaque parcelle, des registres donnant le sommaire du volume par essence dominante, par classe d'âge, par type de forêt et par classe de qualité de site. On estime que l'erreur type de l'estimation du volume est de 35 %.

Le tableau 5 résume le travail accompli par le V/O Lesproekt depuis 1940. En 1960, l'Association avait fait l'inventaire, par méthodes au sol et aériennes, de l'ensemble du territoire forestier du pays. En 1980, outre la reprise de l'inventaire et la révision des plans d'aménagement élaborés antérieurement, 56 % du territoire a fait l'objet d'un inventaire détaillé et de travaux sylvicoles. La superficie de la forêt faisant l'objet d'un inventaire détaillé et de travaux sylvicoles, par opposition à de simples travaux de reconnaissance générale, est approximativement de 47 millions d'hectares par année. Au cours de l'actuel plan quinquennal,

environ 75 % de la superficie forestière du pays fera l'objet de travaux sylvicoles.

Photographie aérienne

Les forestiers soviétiques ont commencé à utiliser la photographie aérienne dès 1922, à titre expérimental. L'utilisation des tirages panchromatiques noirs et blancs s'est accrue après la seconde Guerre mondiale et la photographie spectrozonale couleurs a été introduite en 1954. Dans ce type de photographie, les conifères sont de couleur bleu-vert à vert et les feuillus sont de couleur orange et mauve de diverses intensités. Cette technique semble être l'équivalent de la photographie fausses couleurs des forestiers canadiens.

Les photographies aériennes servant actuellement dans la plupart des travaux sylvicoles sont de 18 cm sur 18. L'échelle varie de 1/500 à 1/20 000; elle est déterminée en fonction du système de classification par classe d'aménagement (tableau 4).

Imagerie spatiale

L'utilisation de l'imagerie spatiale s'est répandue en foresterie à la fin des années 60, quand on a commencé à recourir largement aux images spatiales pour contrôler la naissance et la progression des incendies de forêt dans les régions éloignées de la Sibérie. Ce n'est toutefois qu'en 1973 que la photographie spatiale est devenue un outil d'inventaire forestier. Cette année-là, le V/O Lesproekt a lancé avec l'Institut de recherche spatiale de l'Académie des sciences de l'URSS une série d'expériences visant à interpréter des photographies multibandes de grande élévation prises à l'aide de six caméras synchronisées dans le visible et le proche infrarouge.

À l'heure actuelle, les organismes soviétiques s'occupant de foresterie peuvent obtenir de l'imagerie spaciale de trois sources:

1. Les satellites des séries «Meteor» et «Cosmos» sont équipés de dispositifs de télévision à balayage et produisent des images dans le visible et le proche infrarouge. Ces images trouvent des utilisations pratiques en météorologie, dans le contrôle de la progression des incendies de forêt et dans l'évaluation de la nébulosité, en vue dans ce dernier cas de provoquer artificiellement la pluie. Les satellites de ces deux séries orbitent à quelque 900 km au-dessus de la surface de la terre. L'angle moyen de l'orbite relativement à l'équateur est de 81° environ et la période de révolution de 102 minutes. L'échelle de l'imagerie obtenue peut se situer entre 1/1 700 000 et 1/12 000 000, avec une définition d'environ 1,25 km.
2. Des engins habités du type «Soyouz» sont régulièrement mis sur orbite, dans des buts bien précis comme l'observation de divers phénomènes géographiques. De toutes les missions de cette série, c'est la mission *Soyouz 22* qui a peut-être été la plus remarquable du point de vue de la foresterie.
   L'usine Karl Zeiss de Jena, en Allemagne de l'Est, avait construit pour l'occasion une chambre spéciale à six bandes, la MKF-6, pouvant photographier la terre depuis l'espace. Le mécanisme de la chambre se composait de six appareils synchronisés d'une focale de 125 mm produisant des images de la surface de la terre dans six bandes distinctes du spectre électromagnétique. Le résultat global obtenu était une photographie multibande d'une définition de 20 m.
   Le *Soyouz 22* équipé de la chambre MKF-6 a commencé sa mission de photographie le 17 septembre 1977. L'orbite du satellite était d'apogée de 280 km, de périgée de 250 km et d'inclinaison de 65°; la durée de la révolution était de 89,6 minutes. De grandes régions ont été photographiées autour du lac Baïkal ainsi que dans les parties nord et nord-est de la Sibérie. Les images obtenues ont trouvé des utilisations dans les travaux d'inventaire forestier dans le cas des régions éloignées, en complétant des photographies aériennes ordinaires et des levés au sol.
3. Enfin, l'Union soviétique a aussi utilisé des stations orbitales habitées de la série *Salyout* pour photographier la surface de la terre à l'aide de chambre semblable à celle du *Soyouz 22*.

Ordinateurs

Les Soviétiques se servent beaucoup, et depuis longtemps, d'ordinateurs et de méthodes de traitement automatisé dans le domaine de l'inventaire forestier. Ils se sont servi de cartes perforées pour trier les résultats des pointages faits sur le terrain dès 1940 et faisaient un usage courant des calculateurs de bureau dans les années 60.

Tableau 6. Centres informatiques du V/O Lesproekt

Bureaux régionaux du V/O Lesproekt	Type d'ordinateur	Année de l'installation
Bureau de Biélorussie, Minsk	ES-1022	1976
Bureau du Sud-Est, Voronej	ES-1020	1975
Bureau du Centre, Moscou	ES-1020	1976
	ES-1033	1978
Bureau de la Haute-Volga (Povolje), Gorki	Minsk-32	1972
Bureau du Nord-Ouest, Leningrad	Minsk-22	1970
Bureau de l'Ukraine, Kiev	ES-1022	1978
	NAIRI-M	1968
	ES-1033	1979
Bureau de la Sibérie occidentale, Novossibirsk	ES-1022	1979

Le bureau de Moscou du V/O Lesproekt a fait l'acquisition en 1964 de son premier ordinateur, apparemment un Oural-2, afin d'élaborer des tables de cubage et de produits. À peu près à la même date, l'Entreprise d'inventaire forestier de l'Ukraine a acquis un ordinateur de la série NAIRI. Le logiciel a été conçu par l'Institut national de recherche en sylviculture et mécanisation forestière de Pushkino, par la Faculté de foresterie de l'Académie agricole de l'Ukraine, à Kiev, et par l'Institut de recherche forestière de Leningrad. Ces organismes travaillent encore activement à l'élaboration de logiciels pour la sylviculture.

Le neuvième plan quinquennal (1971-1975) a marqué l'expansion des applications des ordinateurs de deuxième génération de la série MINSK. Depuis quelques années, une troisième génération d'ordinateurs de la série ES a fait son apparition en foresterie. À ce jour, on compte au moins 10 ordinateurs en exploitation dans 7 bureaux régionaux du V/O Lesproekt. On trouvera au tableau 6 le type, l'emplacement et l'année d'installation de ces ordinateurs.

L'inventaire de 1978 a été établi à l'aide d'un ordinateur ES-1022 à partir d'une banque de données sur les peuplements, les parcelles, les blocs et les unités d'aménagement. Quelque 70 calculs différents sont produits sur les diverses catégories de terres, les types de couvert, les matériels sur pied, etc.; ces données sont essentielles à l'aménagement efficace des forêts.

La révision des registres se fait parallèlement à la mise sur pied d'une nouvelle banque de données. C'est l'Entreprise d'inventaire forestier de l'Ukraine qui est chargée de la mise sur pied de cette nouvelle banque.

Nous avons visité le centre informatique de Kiev. L'ordinateur ES-1022 présente les caractéristiques suivantes: 522 kilobytes de mémoire, 7,8 mégabytes de mémoire sur disque (29 mégabytes à Leningrad), huit dérouleurs de bande magnétique, six unités de disques, deux imprimantes ligne par ligne de 600 lignes/minute, deux lecteurs de carte et deux entraîneurs de bande perforée. Les programmes sont écrits en langage PLI et en langage d'assemblage. Les données sont stockées sur des disques magnétiques gardés dans des fichiers à accès séquentiel plutôt qu'à accès direct. Le registre contient des données sur les peuplements et des données géographiques, mais sont aussi codés des renseignements de contrôle.

Au Service de la recherche du V/O Lesproekt de Moscou, le matériel informatique et cartographique provient des États-Unis, de France et d'autres pays européens. En voici une liste partielle:

- Ordinateurs - General Data Corp. (É.-U.) et IMB CM-4
- Numériseur - Benson 6201 (France)
- Tables traçantes - Benson 400, 1202 et 5342
- Système cartographique automatique – GRAFIXI (255k)
- Explorateur de télévision - Scandic n° 3
- Analyseur à tambour
- Synthétiseur d'images couleurs
- Stéréoscope G-2 (ou Stereocord)
- Unité d'affichage à tube cathodique
- Pericolor 2 (IGDS)
- Diablo 1641.

Recherche dans le domaine de l'inventaire forestier

Service de recherche du V/O Lesproekt (Moscou)

La recherche sur la méthodologie est généralement confiée à divers établissements de recherches ou à des universités. Cependant, le V/O Lesproekt possède aussi un service de recherche à Moscou qui concentre ses efforts sur le télédétection et sur l'application des systèmes aux opérations d'inventaire. L'accent est mis sur l'automatisation des techniques d'interprétation et de mesure des photographies aériennes et spatiales.

L'étude des techniques spatiales a commencé en 1975. Les photographies spatiales sont prises par la chambre MKF-6 qui équipe les satellites habités *Soyouz*. Le film est ramené sur terre par les cosmonautes, développé à l'échelle de 1/2 000 000 et agrandi à l'échelle de 1/500 000. Les photographies ainsi agrandies permettent de distinguer les régions forestières des régions non forestières et de cartographier les principales caractéristiques des terres, des routes et d'autres éléments géographiques. Toutes les images sont en couleurs et la qualité des photographies qu'on nous a montrées était excellente.

Le traitement de l'imagerie spatiale soviétique et des photographies aériennes classiques compte quatre étapes fondamentales.

1. Les images sont prises simultanément dans quatre bandes proches de celles des satellites LANDSAT. Les images sont ensuite développées; les diapositives obtenues sont examinées à l'aide d'un synthétiseur qui permet de faire ressortir ou d'accentuer des types particuliers de couvert ou des éléments d'intérêt, par exemple des peuplements de conifères, des peuplements ravagés par le feu ou des régions de coupes rases.
2. L'image accentuée est ensuite explorée et numérisée par un explorateur de télévision, les valeurs attribuées aux pixels étant stockées dans l'ordinateur. L'image numérique est ensuite projetée sur un moniteur (256 x 256 pixels) à l'aide duquel se fait la classification. On a ensuite recours à la classification dirigée, avec zone d'entraînement, et à divers algorithmes quotientométriques pour établir les classes d'arbres et de peuplements forestiers.
3. L'ordinateur repère les arbres ou les classes d'intérêt, définit les limites (des peuplements ou de la cime des arbres) et épure la classification dirigée de l'image.
4. Les zones sont ensuite déterminées à partir des valeurs attribuées aux pixels et stockées dans le fichier de l'ordinateur; elles peuvent être combinées et produites plus tard sous la forme de cartes ou de tables.

Toute l'imagerie est traitée de cette façon, qu'il s'agisse de photographies à petite ou à grande échelle ou encore de photographies spatiales prises à l'aide de la chambre MKF-6. Une équipe faisant un quart de 8 heures pendant 12 semaines arrive à traiter environ 1,5 million d'hectares.

Le service de recherche du V/O Lesproekt est aussi chargé de mettre au point des utilisations informatiques destinées à la gestion des registres d'épuisement, surtout dans le cas de récolte, d'ouragans et d'incendies. Ce processus comporte d'abord les quatre étapes susmentionnées. Les limites des régions récoltées ou ravagées par le feu sont ensuite tracées automatiquement sur des cartes topographiques standard. Au cours de cette opération, l'ordinateur dresse également un tableau des données concernant les superficies et volumes qui ont été récoltés ou incendiés.

Dans les régions éloignées où la végétation est éparse, les inventaires se font uniquement à l'aide de techniques de télédétection. Le V/O Lesproekt de Moscou, notamment son service de recherche, contribue à mettre au point et à appliquer la méthode de télédétection servant à faire l'inventaire des régions désertiques éloignées:

- On agrandit à l'échelle de 1/300 000 les photographies spatiales à l'échelle de 1/2 000 000 et on fait la stratification. On délimite les régions désertiques et les régions couvertes de végétation.
- Les strates sont ensuite portées sur une carte à échelle 1/300 000.
- La carte sert à établir un échantillonnage systématique de la région. Les placettes sont définies le long de lignes parallèles et des photographies à grande échelle sont prises à intervalles spécifiés sur une ligne traversant les strates.
- Les photographies sont prises à l'échelle de 1/1 500, chacune des photographies mesurant

15 cm x 15 (placettes au sol de 225 m x 225). Pour chacune des placettes, on mesure les diamètres des cimes et on dénombre les buissons (*Haloxylon* spp.)
- On calcule ensuite les estimations des strates à partir des estimations de la densité de la végétation. Aucun échantillonnage au sol n'est fait.
- On prépare ensuite les sorties d'ordinateur. Les estimations du volume de bois sont obtenues des relations entre le volume par hectare et la superficie des diverses strates.

Le V/O Lesproekt travaille actuellement à la mise au point de bases de données d'inventaire, plus précisément à l'informatisation des données d'inventaire, afin qu'il soit possible de les combiner et de les extraire rapidement. La mise en place de cette base de données informatisée aidera à planifier les futurs travaux sylvicoles portant chaque année sur quelque 45 millions d'hectares. La base de données contient déjà des renseignements sur chacun des types de couvert par parcelle, mais les limites de peuplements ne sont pas encore numérisées et il n'est donc pas possible de s'en servir pour faire de la cartographie. Le V/O Lesproekt prévoit surmonter ces problèmes et pouvoir se livrer à des travaux de cartographie dès 1985.

Nos échanges sur la structure de la base de données ont été considérablement gênés par des difficultés de traduction et en conséquence notre compréhension de la façon dont les Soviétiques ont abordé ce problème complexe est loin d'être parfaite.

Instituts de recherche et universités

L'Union soviétique compte 15 instituts de recherche qui relèvent du Comité d'État de la foresterie. Ces instituts sont décentralisés et gérés localement dans les diverses régions.

L'Institut national de recherche en sylviculture et mécanisation forestière de Pushkino planifie et coordonne la recherche fondamentale sur la forêt. Il possède des bureaux dans d'autres parties du pays et dirige trois stations de recherches forestières. Il comprend trois divisions:
- La Division de la sylviculture et de la biologie s'intéresse à la récolte du bois, la régénération des forêts, la croissance des arbres, le rendement des terres, la protection des forêt et la réglementation de la chasse.
- La Division de la mécanisation fait des travaux sur les plantations et la mise au point de la machinerie.
- La Division de l'économie et de la gestion du bois étudie les méthodes d'inventaire, les sciences informatiques et la modélisation mathématique.

L'Institut possède aussi une zone de démonstration de 100 000 ha où il construit et en fait l'essais des prototypes. Il emploie environ 3 000 personnes et participe à des programmes internationaux dans le cadre desquels des experts de nombreux pays viennent travailler. Dans le domaine de l'inventaire, l'Institut s'intéresse particulièrement à l'élaboration de méthodes statistiques ainsi qu'à l'utilisation et à l'application de modèles de croissance des forêts et des arbres. Il a mis au point des systèmes d'échantillonnage en plusieurs étapes basés sur un modèle statistique.

Le V/O Lesproekt confie à l'Institut la solution de bon nombre de ses problèmes de recherche, bien qu'il fasse aussi appel au personnel de diverses universités.

Nous avons rendu visite au professeur A.Z. Shvidenko de la faculté de foresterie de l'Académie d'agriculture de l'Ukraine, de Kiev, et avons discuté avec lui de modélisation de la croissance et de l'application de cette modélisation aux travaux sylvicoles.

Créée il y a 84 ans, l'Académie est l'un des plus grands établissements d'enseignement du pays. Elle compte 12 facultés et 14 000 étudiants à plein temps, outre des milliers d'étudiants par correspondance et du soir. Elle a été considérablement endommagée pendant la Seconde Guerre mondiale.

Outre ses tâches d'enseignement, le personnel de l'Académie mène divers projets de recherches. Ainsi, il a entrepris des recherches sur les herbicides en collaboration avec la société Hoars des États-Unis. Il a aussi consacré beaucoup d'efforts à la mise au point de matériels qui pourront produire le muka au rythme de 1,5 tonne l'heure. L'Académie a également conçu et construit une planteuse d'arbres permettant de

planter de gros semis ou des arbres dans les ceintures vertes et les villes.

La faculté de foresterie de Kiev compte environ 750 étudiants à plein temps et 600 étudiants par correspondance et du soir. Son personnel est constitué de 10 professeurs et chercheurs scientifiques. Les étudiants et le corps enseignant ont accès à la forêt de Boïarka d'une superficie de 18 000 ha à des fins de formation et de recherche.

En dendrométrie, la tâche principale de la faculté est l'enseignement, mais le personnel reçoit aussi des travaux à contrat du V/O Lesproekt. Ces contrats ont porté sur l'inventaire et l'échantillonnage forestier, sur la mise au point de documents de référence tels que des normes et des tables d'indexation des sites, et sur l'évaluation des problèmes dendrométriques se posant au moment des récoltes. La faculté collabore aussi avec le V/O Lesproekt en matière de télédétection, tout particulièrement pour ce qui porte sur les aspects informatiques et sur l'élaboration de nouveaux logiciels. Les autres travaux ont trait à la modélisation de la croissance, notamment à l'étude des modèles de croissance optimale pour divers peuplements forestiers. Les peuplements optimaux sont définis en termes de la productivité maximale ou du plus grand rendement possible à maturité. Ces modèles permettent aussi de définir le volume minimal de résidus et de déterminer des zones récréatives, etc. À partir de ces données de base, le personnel de la faculté a mis au point une fonction et l'a maximisée. Le maximum se situe à un âge plus avancé que celui qui est normalement considéré et il a permis de fixer l'âge optimal. Pour établir cette conclusion, on a élaboré des modèles de peuplement qui servent à faire l'essai de diverses hypothèses. Les fonctions de croissance utilisées sont les équations modifées de Richard Chapman ou de Gompertz, leur solution se faisant par itération.

Conclusions

Le V/O Lesproekt, L'Association nationale de photographie aérienne, d'inventaire des ressources forestières et des techniques sylvicoles, a comme mandat de faire l'inventaire des forêts, d'élaborer des plans d'aménagement, de déterminer les récoltes annuelles et de contrôler les forêts pour y détecter les changements induits par des causes naturelles (ravageurs forestiers, incendies et vents) ou par des causes artificielles (récoltes, routes et réservoirs). C'est la seule organisation exécutant des inventaires forestiers en URSS.

Les priorités du programme d'inventaire sont établies par le Comité d'État. Celui-ci délègue ses responsabilités au V/O Lesproekt qui, en retour, attribue les tâches opérationnelles aux diverses entreprises régionales. L'élaboration et la coordination du programme sont centralisées à Moscou mais les opérations sont menées dans les entreprises qui jouissent d'une grande autonomie.

La télédétection, c'est-à-dire l'utilisation de photographies aériennes et spatiales dans le domaine de l'inventaire forestier, est très perfectionnée. Les photographies servent à toutes les étapes de l'exécution des inventaires, mais leurs utilisations les plus complexes ont trait à l'inventaire des terres nordiques et désertiques: l'estimation du volume de bois et des matériaux non ligneux faite à partir des photographies servent à déterminer les valeurs des strates. Dans les inventaires détaillés, la photographie n'a pour rôle que de contribuer à la classification et à la délimination des peuplements forestiers.

N'obtenant pas de données numériques des satellites soviétiques, le V/O Lesproekt a recours à des photographies spatiales prises à l'aide de la chambre MKF-6. Le film est ramené sur terre par les cosmonautes travaillant dans les stations spatiales *Soyouz*. La qualité de la photographie est excellente et la définition semble très bonne. Les photographies servent abondamment dans la délimitation des terres forestières et non forestières ainsi que dans la classification des forêts à des fins d'échantillonnage.

L'une des grandes innovations méthodologiques est la numérisation des photographies aériennes et spatiales qui permet d'automatiser les procédés de classification et d'évaluation. La technique est appliquée aux photographies d'échelles se situant entre 1/2 000 000 et 1/1 000. Elle est opérationnelle et sert chaque année à traiter les données relatives à 10 millions d'hectares de terres forestières. Cependant, il faut souligner que seul le service de recherche du V/O Lesproekt semble l'utiliser. Nous n'avons pu

observer rien de comparable à Leningrad et à Kiev.

Les données spatiales soviétiques sont maintenant reçues sous forme numérique, sur un support qui ressemble beaucoup aux bandes compatibles avec l'ordinateur de LANDSAT. L'exploitation de ces données en est encore au stade de l'élaboration.

Par ailleurs, nous avons pu constater à l'Exposition permanente des réalisations économiques que, outre le fût, on utilisait de plus en plus la souche, les racines, les branches et la cime des arbres dans les régions les plus peuplées de l'URSS. Il était ainsi montré à l'Exposition que la production de produits chimiques, de panneaux de particules et de divers autres produits comme la farine de feuillage avait plus que doublé au cours des dernières années par suite de l'utilisation accrue de produits du bois que l'on considérait antérieurement comme des déchets. Les questions que nous avons posées à nos hôtes nous ont permis de constater que ceux-ci étaient bien au courant de ces récents développements, mais qu'ils n'envisageaient pas de modifier substantiellement leurs méthodes d'inventaire ou la façon d'établir les rapports donnant les quantités de bois utilisables.

Les méthodes de télédétection et de cartographie assistées par ordinateur que les bureaux de Moscou prétendaient être opérationnelles nous ont semblé au stade de la recherche et du développement. Il nous a été difficile de déterminer comment les Soviétiques traitaient les grandes masses de données d'inventaire puisque le logiciel n'était pas entièrement au point. Ainsi, le système n'était pas en mesure de résoudre les complexités du traitement des polygones par lot ou de faire la composition automatique des cartes à partir de la liste d'attributs. Les difficultés de la traduction et la connaissance limitée de l'interprète de la terminologie informatique ont rendu bien difficiles pour la délégation toutes tentatives de comprendre la structure de leur nouvelle base de données et de savoir comment étaient traités les registres des parcelles et des peuplements développés à partir du procédé de numérisation.

Notre évaluation de leurs installations de cartographie a été limitée aux méthodes servant à la cartographie et à la tabulation des superficies et des volumes des terres ravagées par le feu ou coupées à blanc. Les données relatives aux limites des terres perturbées sont produites par numérisation et classification des photographies spatiales et tracées automatiquement sur les cartes de base préparées par l'agence nationale de cartographie. Les cartes achevées contiennent également des données détaillées sur le volume des peuplements récoltés ou ravagés par le feu.

Bien que les Soviétiques soient en mesure de produire des cartes de couverts forestiers de cette façon, particulièrement pour ce qui est des terres désertiques et des forêts réservées, nous avons constaté que les cartes des inventaires de classe III (planification générale de l'aménagemnet forestier) étaient faites à la main et produites en quantités limitées. Pour ce qui est de l'échelle nationale, la carte qu'on nous a montrée à Leningrad et qui donnait la distribution des types de forêts dans tout le pays avait aussi été établie et mise en couleurs à la main.

Il semble donc que les méthodes de photo-interprétation et de cartographie assistées par ordinateur n'aient cours qu'au bureau de Moscou du V/O Lesproekt et qu'elles ne soient pas encore disponibles aux entreprises régionales chargées des inventaires. La mise au point définitive du logiciel de la base de données (pour 1985) qui recevra les renseignements sur les types de couverts ainsi que des données numérisées relatives aux limites des parcelles permettra d'avoir recours à la cartographie par ordinateur à toutes les étapes des inventaires.

Notre impression générale des installations informatiques des entreprises visitées est nuancée. Les opérations semblent être menées efficacement, mais il semble qu'on fasse encore grand usage des bandes perforées, et le niveau de bruit dans la salle d'ordinateur était par conséquent élevé. Aucun terminal n'a été observé à l'extérieur de la salle; même à l'intérieur de celle-ci, il n'y avait aucun écran vidéo ou terminal périphérique. Le système informatique ne semble pas pouvoir être exploité en mode interactif et toutes les données semblent être traitées par lot.

Afin d'évaluer l'effort déployé par l'URSS dans la recherche en inventaire forestier, nous avons visité l'Institut national de recherche en sylviculture et mécanisation forestière de l'Académie d'agriculture de l'Ukraine. Nous y avons discuté avec nos hôtes des principes

généraux de modélisation ainsi que des objectifs visés par le V/O Lesproekt dans l'application des modèles à la mise à jour de l'inventaire et au perfectionnement des techniques sylvicoles.

Il nous a semblé que les Soviétiques faisaient surtout de la modélisation des peuplements à l'aide d'équations non linéaires décrivant la relation entre le volume et l'âge. Ils sont bien au courant des méthodes utilisées en Amérique du Nord, mais ont probablement choisi cette approche parce qu'elle produit des données d'inventaire permettant d'établir des projections et de faire des mises à jour.

Il est difficile d'évaluer la nature des pratiques dendrométriques au cours d'une telle visite. Il nous a toutefois semblé que les Soviétiques disposaient de tables donnant les volumes par peuplement, de tables de rendement empirique ainsi que d'autres tables pour chaque type de croissance et région forestière. Un rapide examen de la documentation publiée qui nous était remise à chacune de nos visites laisse penser que les Soviétiques ont mis au point les méthodes dendrométriques nécessaires à la quantification des forêts et à leur aménagement en fonction des objectifs. Ils semblent s'intéresser surtout aux paramètres et estimations par peuplements plutôt que par arbres.

Les Soviétiques ne semblent pas connaître de problèmes de main-d'œuvre, mais ils cherchent à réduire les coûts par de nouveaux moyens. L'utilisation de la cartographie assistée par ordinateur et l'exploitation de modèles de croissance ont pour but la mise à jour de l'inventaire, tout en portant l'intervalle entre les inventaires de 10 à 20 ans.

Au cours de notre visite, nous avons montré des diaporamas sur l'inventaire forestier de la Colombie-Britannique et sur l'inventaire forestier national. C'est au cours de ces diaporamas qu'on nous a présenté bon nombre de forestiers et de scientifiques. Nos hôtes ont été vivement intéressés par ces diaporamas et nous ont toujours posé de nombreuses questions sur les matériels et les procédés utilisés.

Nous avons été très bien accueillis tout au long de notre voyage. M. Moroz et son personnel, y compris celui des entreprises, n'ont rien négligé pour que nous nous sentions bien à l'aise et pour nous présenter les caractéristiques culturelles de chacune des régions. Nous avons particulièrement apprécié nos rencontres avec les scientifiques et le personnel d'exploitation du V/O Lesproekt.